

Tu amigo el mapa

Fernando Aranz del Río

6^a
edición



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE FOMENTO

INSTITUTO
GEOGRÁFICO
NACIONAL



Alpauzejas



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE FOMENTO

INSTITUTO
GEOGRÁFICO
NACIONAL



TU AMIGO EL MAPA

FERNANDO ARANAZ DEL RÍO

Ingeniero Aeronáutico

Doctor Ingeniero Geógrafo

Primera edición, diciembre 1990

Segunda edición, junio 1992

Tercera edición, corregida y aumentada, abril 1995

Cuarta edición, corregida y aumentada, abril 1998

Quinta edición, aumentada y actualizada, noviembre 2010

Sexta edición, aumentada y actualizada, febrero 2019

Catálogo de publicaciones de la Administración General del Estado

<https://cpage.mpr.gob.es>

© Fernando Aranaz del Río, 2019

Instituto Geográfico Nacional

Han colaborado en esta edición con nuevos temas:

Francisco Papí Montanel (capítulo 27)

Margarita Azcárate Luxán (capítulo 30)

Pilar Sánchez-Ortiz Rodríguez (capítulos 67 y 68)

Francisco Javier García García (capítulo 81)

Celia Sevilla Sánchez y Eduardo Martín Agúndez (capítulo 82)

© De la presente edición, Centro Nacional de Información Geográfica, 2019

Distribución: www.ign.es

C/ General Ibáñez de Ibero, 3

28003 Madrid

consulta@cnig.es

ISBN: 978-84-416-4840-1

Depósito legal: M-6020-2019

NIPO: 162-19-012-1

NIPO: 162-19-013-7 (digital)

DOI: 10.7419/162.39.2020

Impreso en los talleres del Instituto Geográfico Nacional

En esta publicación se ha utilizado papel libre de cloro, reciclado u obtenido de bosques gestionados de forma sostenible, de acuerdo con los criterios medioambientales de la contratación

PRÓLOGO

Han transcurrido veintiocho años desde que en diciembre de 1990 se publicara la primera edición de «Tu amigo el Mapa», escrita por el Dr. Ingeniero Geógrafo D. Fernando Aranaz del Río. Esta obra se ha convertido en España en un libro clásico de divulgación de la cartografía por su carácter generalista y rigor científico y técnico.

Sus 30 temas iniciales se han ido completando en ediciones posteriores hasta llegar a los 83 que contiene esta sexta edición, en la que se abordan gran parte de los aspectos de esta ciencia, arte y técnica que es la cartografía, así como de otras disciplinas, técnicas y ciencias relacionadas con ella.

La enorme solvencia técnica del autor, que ha dedicado casi cuarenta años de su vida profesional al Instituto Geográfico Nacional, y su capacidad pedagógica, que ha exhibido como profesor de cartografía en la Universidad de Alcalá, permiten a cualquier lector comprender de forma didáctica y sencilla los mapas y su complejo proceso de elaboración.

Este proceso parte de la observación y medición de la superficie terrestre, la redacción y edición cartográficas de los datos obtenidos y, finalmente, la publicación digital e impresa del mapa, así como su integración en sistemas de información geográfica para realizar, por ejemplo, análisis geoespacial.

Esta obra describe también los diferentes tipos de mapas, sus características fundamentales y los grandes hitos en cartografía temática como el Atlas Nacional de España, al que el autor dedicó gran parte de su vida profesional.

En esta sexta edición se introducen 14 nuevos temas; por un lado, para tratar de acrecentar los conocimientos históricos sobre la cartografía y, por otro, para conocer la situación actual de los mapas, cuyas nuevas formas de presentación y utilidad, no podrían entenderse sin las posibilidades que nos van ofreciendo las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones.

Las cinco ediciones anteriores fueron un éxito rotundo. Ésta, sin duda, lo será también, por el acierto de los temas elegidos, la precisión y oportunidad de los conocimientos que se añaden y la sencillez con la que se muestran.

Se trata, en definitiva, de un libro ameno y útil para para todas aquellas personas que, como señala el autor, quieran ser amigos de los mapas.

LORENZO GARCÍA ASENSIO

Director General del Instituto Geográfico Nacional y
Presidente del Centro Nacional de Información Geográfica

NOTAS A LA SEXTA EDICIÓN

Editadas y agotadas las cinco primeras ediciones de esta obra, nacida en 1990, parecía adecuado abordar la sexta edición.

Esta obra, dirigida a un público no especializado, básicamente joven, que pudiéramos situar en el entorno de los 12 a los 17 años (etapa final de la Educación Primaria, la Educación Secundaria Obligatoria, el Bachillerato y la Formación Profesional), no excluye por supuesto a nadie por razón de edad o interés de conocimientos específicos, ya que siempre se ha tratado de utilizar un lenguaje sencillo y unas explicaciones exentas de altos conocimientos científicos o técnicos.

Normalmente, en esas edades jóvenes, siempre hay preguntas y cuestiones que se desearía conocer, siempre hay un más allá cuya frontera se desearía traspasar, para tratar de adquirir nuevos conocimientos y saberes.

Siguiendo la misma filosofía de las anteriores ediciones, texto a la izquierda e ilustración gráfica a la derecha, los 30 temas iniciales pasaron a 48 en la tercera edición; a 52 en la cuarta edición; a 69 en la quinta edición y a 83 en esta sexta edición que ahora abordamos.

A lo largo de estos veintiocho años la ciencia cartográfica ha avanzado notablemente. La cartografía por medios digitales es ya una realidad que comparte espacio con la tradicional cartografía impresa. Esta realidad está descrita en esta edición que ahora ve la luz.

Esperamos haber resuelto algunas de las cuestiones que los jóvenes iban planteando, aunque siempre irán apareciendo otras nuevas que trataremos de ir resolviendo en futuras ediciones.

FERNANDO ARANAZ DEL RÍO

ÍNDICE

SECCIÓN I.- Conceptos básicos en cartografía

1. El hombre sobre la Tierra	12
2. Los primeros mapas	14
3. El globo terrestre	16
4. Del globo al mapa	18
5. Las proyecciones cartográficas	20
6. Proyecciones cilíndricas y cónicas	22
7. Otras proyecciones	24
8. De la proyección poliédrica a la UTM	26
9. La escala	28
10. La Geodesia	30
11. Las triangulaciones	32
12. El enlace geodésico Europa-África	34
13. El Sistema de Posicionamiento Global (GPS)	36
14. El nivel medio del mar. Los mareógrafos	38
15. Las nivelaciones	40
16. Fotogrametría. Fotografía aérea	42
17. La imagen de satélite	44
18. Modelos digitales del terreno (MDT)	46
19. Ortofotos y ortoimágenes	48

SECCIÓN II.- Organización institucional de la cartografía española

20. El Instituto Geográfico en sus orígenes.....	52
21. El Instituto Geográfico Nacional (IGN)	54
22. La observación del territorio en el IGN. PNOA-PNT-SIOSE	56
23. El Mapa Topográfico Nacional 1:50.000	58
24. El Mapa Topográfico Nacional 1:25.000	60
25. Otras series cartográficas del IGN	62
26. La Ley de Ordenación de la Cartografía	64
27. La Ley sobre las Infraestructuras y los Servicios de Información Geográfica en España.....	66
28. El Sistema Cartográfico Nacional	68
29. El Consejo Superior Geográfico	70
30. La toponimia normalizada. Nomenclátor Geográfico Básico de España (NGBE)	72

SECCIÓN III.-El lenguaje cartográfico

31. Elementos característicos y simbología de un mapa	76
32. Las curvas de nivel	78
33. Las pendientes del terreno	80
34. Las curvas batimétricas	82
35. La hidrografía continental	84
36. La costa y las zonas inundadas	86
37. Los núcleos de población	88
38. Las vías de comunicación terrestre	90
39. Las divisiones administrativas	92
40. Los usos del suelo	94
41. Toponimia y rotulación	96
42. Las referencias marginales	98

SECCIÓN IV.-Tipos de mapas

43. Mapas básicos y mapas derivados.....	102
44. Mapas topográficos y mapas temáticos.....	104
45. Mapas físicos.....	106
46. Mapas políticos y administrativos	108
47. La posición de las islas Canarias en los mapas	110
48. Mapas urbanos	112
49. Mapas catastrales	114
50. Mapas geológicos	116
51. Mapas meteorológicos.....	118
52. Mapas sobre el medio ambiente	120
53. Mapas de ocupación del suelo.....	122
54. Mapas agronómicos.....	124
55. Mapas demográficos	126
56. Mapas de comunicaciones	128
57. Cartas náuticas.....	130
58. Cartas aeronáuticas.....	132
59. Cartografía militar	134
60. Mapas del cielo. El cielo en España	136
61. Mapas en relieve	138

SECCIÓN V.- Los Atlas. El Atlas Nacional de España

62. La Reseña Geográfica y Estadística de España,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,	142
63. De la Reseña Geográfica y Estadística al Atlas Nacional,,,,,,,,,,,,,	144
64. Nace el Atlas Nacional de España,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,	146
65. El nuevo Atlas Nacional de España,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,	148
66. La cartografía en el Atlas Nacional de España,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,	150
67. Los Atlas del siglo XXI. La síntesis geográfica del ANE,,,,,,,,,,,,,	152
68. El Atlas del siglo XXI al servicio del público,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,	154

SECCIÓN VI.- Elaboración y uso del mapa

69. ¿Cómo puedo hacer un mapa?,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,	158
70. La realización de un mapa topográfico,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,	160
71. La realización de mapas derivados y temáticos,,,,,,,,,,,,,	162
72. El color en los mapas,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,	164
73. La impresión de un mapa,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,	166
74. ¿Cómo orientarse con un mapa?,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,	168
75. Las carreras de orientación,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,	170

SECCIÓN VII.- La cartografía del siglo XXI

76. Cartografía digital,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,	174
77. Sistemas de Información Geográfica (SIG),,,,,,,,,,,,,	176
78. Visualizadores cartográficos,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,	178
79. Cartografía en Internet,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,	180
80. Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE),,,,,,,,,,,,,,	182

SECCIÓN VIII.- Otras cartografías

81. Cartografía Colaborativa o Información Geográfica Voluntaria,,,,,	186
82. Cartografía bajo demanda,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,	188
83. Cartografía de lo irreal,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,	190



Sección I

Conceptos básicos en cartografía

Hace miles de años que el hombre vive sobre el planeta Tierra. Entonces se creía que el mundo que ocupaba y que conocía era más o menos plano y que estaba rodeado de agua por todas partes.

Desde aquellos primeros tiempos el hombre sintió la necesidad de comunicarse con sus semejantes y representar, a su manera, esquemáticamente, su entorno.

Los primeros mapas debieron ser trazados por la mano del hombre sobre superficies pétreas. Algunos petroglifos pueden responder a representaciones del terreno.

Más tarde se conocen representaciones dibujadas sobre hojas de pergamino, papiros o tablillas de arcilla cocida. Son los primeros mapas que conocemos. Las tablillas de arcilla cocida son de origen babilónico; algunas tienen más de 4500 años de antigüedad y se conservan como piezas de museo.

A medida que la humanidad fue desarrollándose y los conocimientos geográficos fueron en aumento, los mapas se fueron haciendo más perdurables y de una mayor fiabilidad en relación con aquello que trataban de representar.

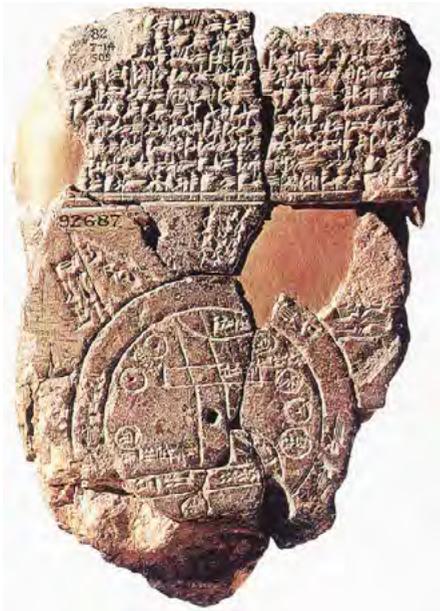
Los griegos pensaban que el mar Mediterráneo era el centro del mundo, y que tras los países que lo rodeaban se extendía un gran mar infinito circundándolo todo.

Se atribuyen a Claudio Ptolomeo, astrónomo y geógrafo que vivió en Alejandría en el siglo II, los primeros mapas con base científica de la Península Ibérica, pero estos mapas no han llegado hasta nosotros.

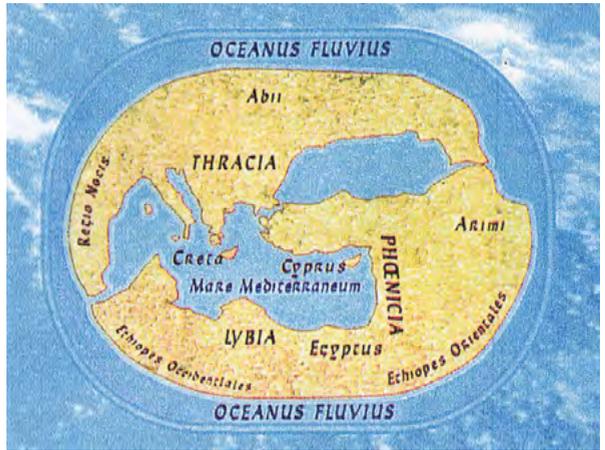
A partir del siglo VII la iglesia y los monasterios como centros culturales, van desarrollando una nueva concepción del mundo conocido.

San Isidoro (560-636), obispo de Sevilla, nos presenta el mundo como un disco ideal rodeado por un océano circular (O), dividido en tres partes: Asia, Europa y África (en forma de T) con Jerusalén en el centro. Son los denominados mapas T en O, o también mapas discarios.

Esta representación circular se mantendrá en algunas escuelas hasta bien entrado el siglo XV: Andrea Bianco (1436), Fra Mauro (1459),...



Tablilla babilónica s. VI a. C.



Idealización del mundo griego



Mapa T en O según San Isidoro



El mundo del geógrafo ceutí Al-Idrisi (s. XII) girado 180° para situar el Norte en la parte superior

En los monasterios, a partir del siglo VIII, comienzan a aparecer los «beatos» en honor de un monje español, de nombre Beato, con un nuevo dibujo de la Tierra, más ancha que alta, como consecuencia de los nuevos descubrimientos geográficos.

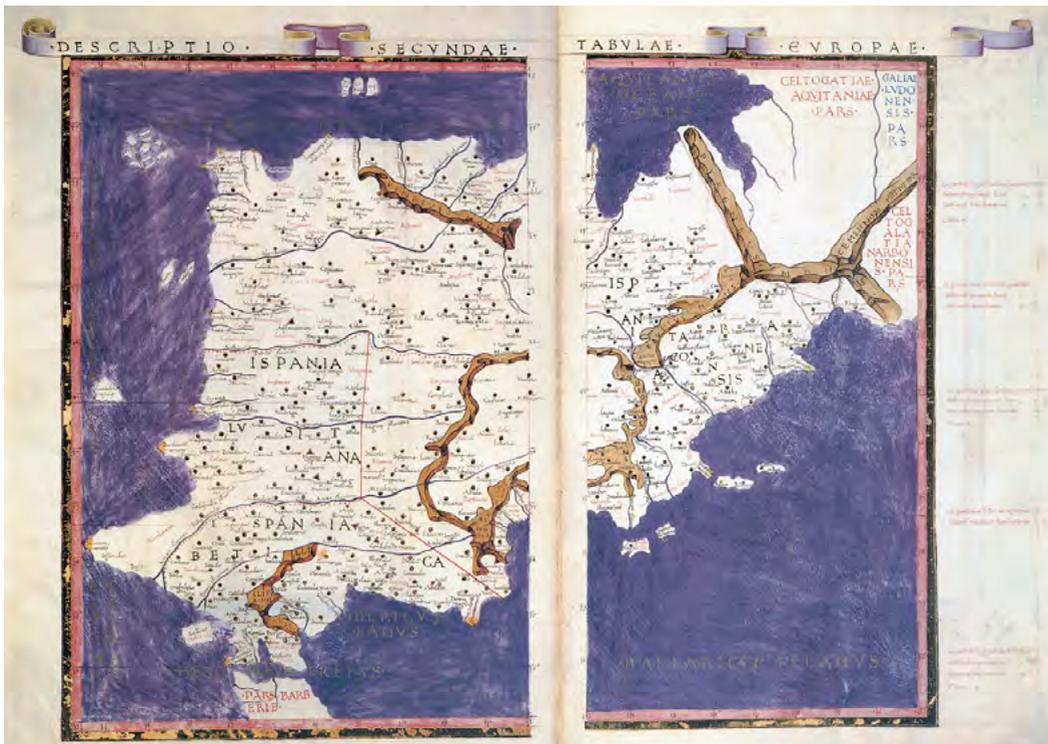
También los cartógrafos árabes comenzaron a producir mapas del mundo conocido. Su precepto religioso de rezar orientados a La Meca, facilitó su desarrollo. Citemos especialmente a Al-Idrisi (s. XII) nacido en Ceuta.

A partir del siglo XIV se empiezan a desarrollar las «cartas portulanas»; casi todas dibujadas sobre piel de oveja, representan el mar Mediterráneo y el mar Negro con mucha exactitud, y el océano Atlántico muy deficientemente. Están orientados al norte magnético (prueba del conocimiento de la brújula, aguja imantada, instrumento procedente de China, probablemente llegado a Europa a través de Marco Polo) y presentan un detallado sistema de rosa de los vientos y rumbos, rotulando principalmente los puertos y accidentes costeros, ya que estaban destinadas a la navegación. Las superficies continentales aparecen en blanco o adornadas con banderas, escudos, animales, ... con efecto meramente estético.

A finales del siglo XIV, también desde los monasterios, y con la ayuda de la imprenta (Gutenberg, sobre 1440-1450) que permitió la edición múltiple de mapas, tanto individualmente como en grupo, formando Atlas, se comenzó a recuperar la tradición ptolemaica.

Son mapas rotulados en latín con la toponimia de aquella época y con una información geográfica incipiente. Por ejemplo, además de las islas existentes, algunas muy exageradas, representan algunas otras de forma imaginaria, fruto de tradiciones y leyendas, inexistentes en la realidad.

En nuestro entorno hemos de mencionar además, aunque sea muy de pasada, la cartografía simbólica del llamado tipo isidoriano, en la alta Edad Media, y las contribuciones de los cartógrafos árabes y de las escuelas mediterráneas entre ellas las Escuelas Mallorquina y Catalana, que entre los siglos XIV y XVI llevaron a cabo interesantes obras cartográficas.



Mapa de España de una edición de la *Geografía de Ptolomeo*, publicada en Florencia entre 1476 y 1478



Sellos de Correos de España que reproducen cartografía de las Escuelas Mallorquina y Catalana: *Atlas de Diego Homem* (1561), *Atlas Catalán de Cresques* (1375) y *Carta de Mateo Prunes* (1563)

Fue Pitágoras (530 a.C.) el primero en admitir que la Tierra podía ser esférica. Tres siglos más tarde Eratóstenes (250 a. C.) propuso los primeros datos sobre las dimensiones de esta esfera. Hasta principios del siglo XVII no se mejorarían estos resultados.

La Tierra que hoy conocemos es casi una esfera, algo comprimida por sus polos, que gira sobre su eje.

En la página de la derecha se representa la posición de los dos polos: Norte y Sur, donde el eje de giro corta a la superficie terrestre.

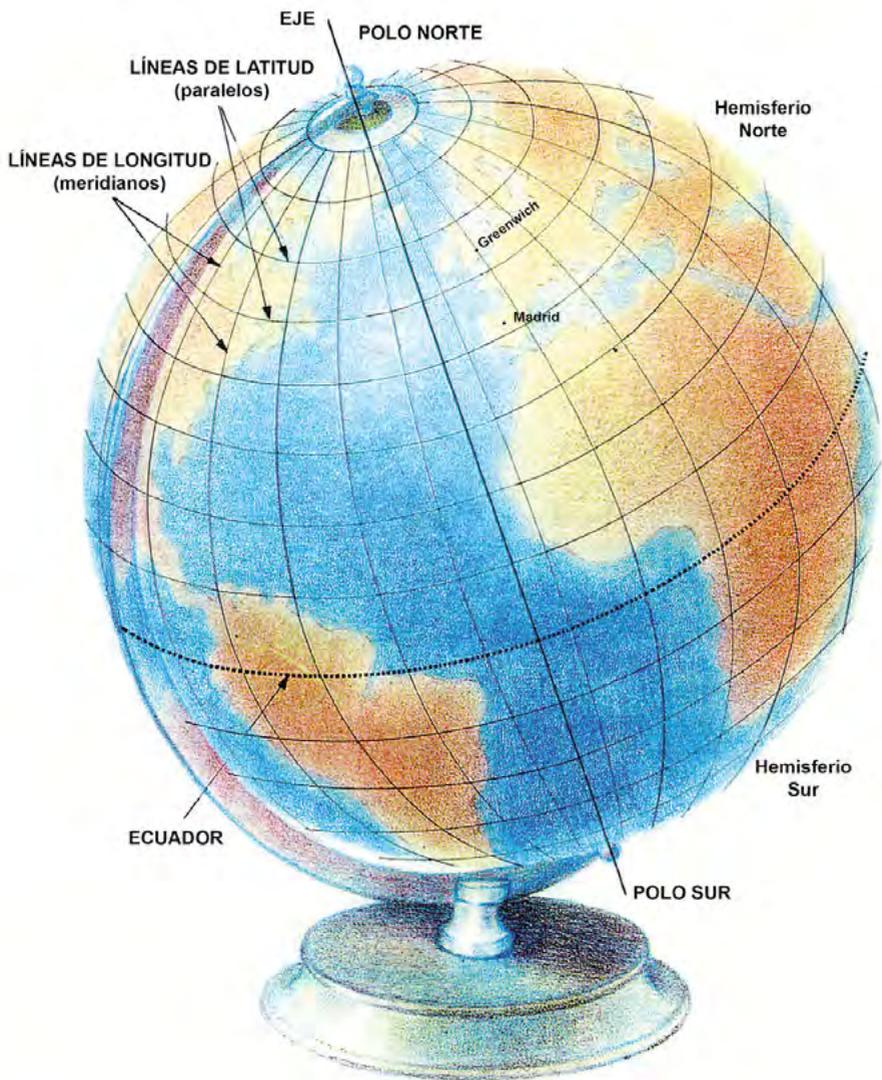
Todos los círculos máximos que van de polo a polo son las denominadas líneas de longitud o meridianos. A cada uno le corresponde un número de identificación a partir del meridiano origen (meridiano 0°) que pasa por Greenwich, en las proximidades de Londres. Las demás líneas están identificadas numerándolas hacia el Este (E) y hacia el Oeste (W), desde los 0° hasta los 180° , que es la línea que completa el círculo máximo que pasa por el origen de longitudes (Greenwich 0°).

A igual distancia de ambos polos otro círculo máximo rodea la Tierra: es el Ecuador, que a su vez la divide en dos hemisferios denominados Norte y Sur.

Paralelos al Ecuador otros círculos menores, decrecientes hacia los polos, constituyen la red de paralelos. Están numerados a partir del Ecuador (0°), hacia el Norte (N) y hacia el Sur (S), hasta que se confunden con los Polos (90°).

Todo punto sobre la superficie terrestre posee sus coordenadas propias: longitud y latitud, definidas y distintas de las de cualquier otro punto.

Así a Madrid, capital del Estado Español, le corresponde una longitud de $3^\circ 41' W$, al Oeste del meridiano de Greenwich, y una latitud de $40^\circ 24' N$, al Norte del Ecuador.



Los griegos, que conocían la posibilidad de que la Tierra tuviese forma esférica, intentaron construir globos para representarla. Crates (150 a. C.) preparó un globo terrestre, pero ante la reducida extensión del mundo habitado conocido, que constituía sin duda una de las mayores dificultades existentes para la comprensión de la esfericidad del planeta, «inventó» otras tierras para «contrapesar» las existentes. Creaba así el concepto de las «antípodas».

Martín Behain, cosmógrafo de Nürenberg, construyó en el año 1492, algunos meses antes de que Cristóbal Colón descubriese el Nuevo Mundo, el primer globo terrestre conocido, cuyo original se conserva en el Museo Nacional Germánico de Nürenberg. De un diámetro aproximado de 50 centímetros, puede considerarse de concepción ptolomeica y no hay ninguna alusión al continente americano.

Pero resulta fácil darse cuenta de que un globo esférico, de estas o de parecidas características, es imposible de manejar, sobre todo si necesitamos trabajar sobre una zona determinada, con cierto grado de precisión y ampliación de detalles.

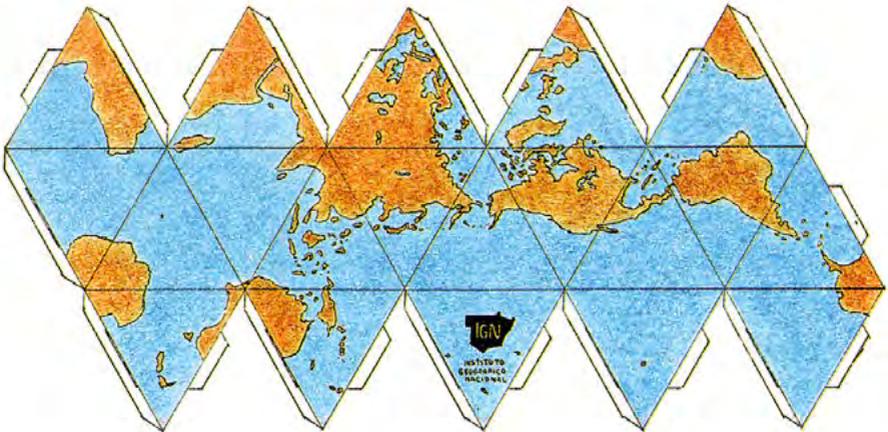
En la práctica, los globos terráqueos han quedado reducidos a funciones meramente ornamentales y decorativas y a un restringido uso en el ámbito escolar.

El Instituto Geográfico Nacional ha preparado con fines docentes una aproximación a la esfera terrestre, basada en un poliedro de 20 caras (icosaedro), desarrollado en una sola pieza para que pueda ser fácilmente montada por el alumno, ayudándole así a familiarizarse con la configuración del planeta que habitamos.

En el uso diario nos vemos limitados a representar los elementos geográficos por medio de mapas, es decir, sobre superficies planas y manejables. Esto nos va a plantear una serie de problemas que iremos considerando a continuación.



Globo de Vincenzo Coronelli de 1688



El primer problema que nos encontramos al intentar representar el globo terrestre es que una superficie esférica no es desarrollable sobre un plano sin romperse, aunque puede dividirse en pequeños sectores o segmentos esféricos, con ciertas aproximaciones.

Nosotros, para nuestras necesidades, hemos de representar la superficie terrestre, casi una esfera, sobre una superficie plana, que sea manejable, de una manera estable y perdurable.

Nace así la Cartografía como ciencia que estudia la representación plana de la superficie de la Tierra a través de las proyecciones.

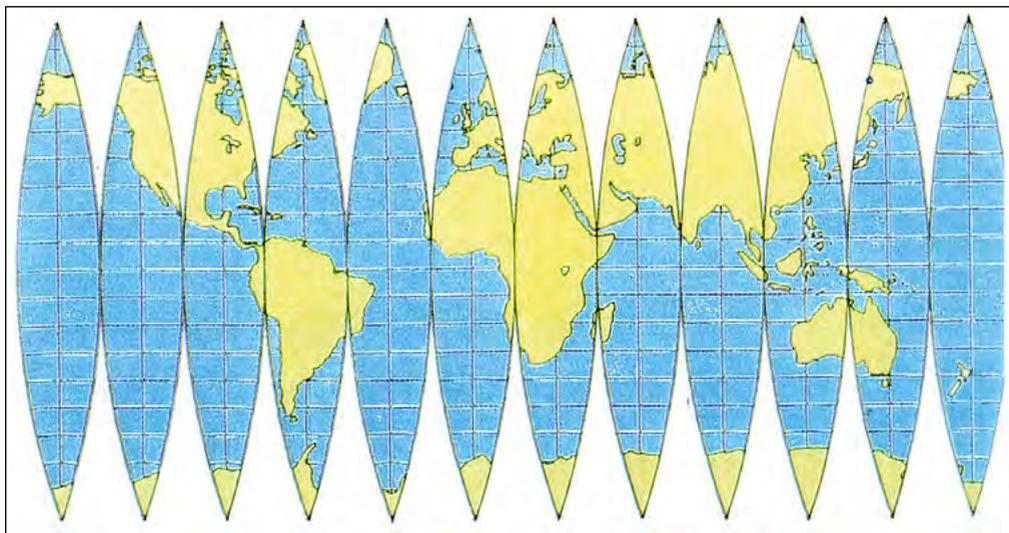
Las proyecciones son los mecanismos que utilizan los cartógrafos para representar sobre una superficie plana una parte de la superficie terrestre con todas sus irregularidades.

Un sistema de proyección proporciona una estructura ordenada de meridianos y paralelos, que se utilizan como base en el trazado de un mapa sobre una superficie plana.

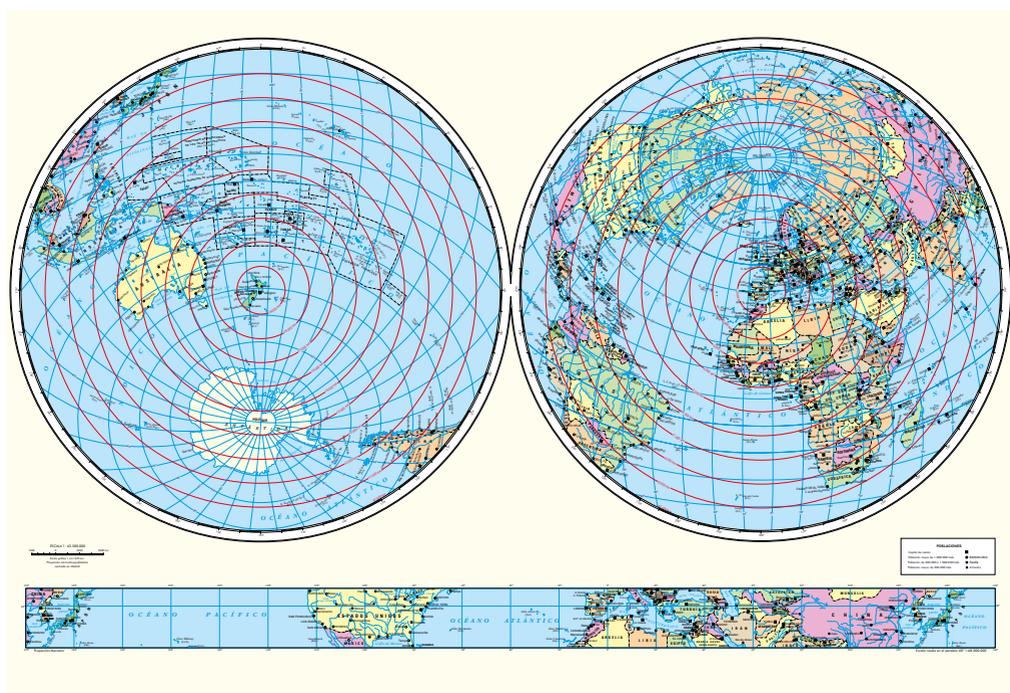
Los métodos son numerosos, todos ellos fundados en transformar las coordenadas geográficas de un punto, su longitud y su latitud, que definen su posición sobre la superficie terrestre, en otras cartesianas (x, y) que determinan la posición de otro punto, homólogo del primero, sobre una superficie plana.

Según sus características, podemos hablar de proyecciones conformes (las que conservan los ángulos del terreno y, por tanto, en superficies pequeñas resultan figuras semejantes en el terreno y en el mapa); proyecciones equivalentes (las que conservan en el mapa las áreas del terreno, aunque las figuras dejen de ser semejantes); automecóicas (las que conservan las distancias en determinadas direcciones)...

Todo esto que parece muy fácil en la teoría no lo es en la práctica, ya que frecuentemente se producen grandes deformaciones que alteran la representación efectuada, sobre todo cuando nos vamos separando de la parte central de la proyección.



El globo terrestre desarrollado en doce husos



El globo terrestre desarrollado en una proyección acimutal equidistante centrada en Madrid. La parte inferior corresponde a una proyección Mercator sobre el paralelo 40° N

En las proyecciones cilíndricas la Tierra se representa sobre un cilindro, con el eje coincidente con la línea de los polos, tangente a lo largo del ecuador, estableciendo entre los puntos de ambas superficies una correspondencia biunívoca.

Desarrollando, abriendo el cilindro, se obtiene una representación en que los meridianos estarán siempre representados por rectas paralelas entre sí, igualmente separadas. Los paralelos también son rectas paralelas entre sí y perpendiculares a las anteriores.

Según la forma en que se establezca la correspondencia entre los puntos de la esfera y los del cilindro, se obtendrán distintos tipos de desarrollos. En este caso, con el cilindro tangente a lo largo del ecuador, el ecuador es automecoico y, evidentemente, las deformaciones lineales aumentan con la latitud.

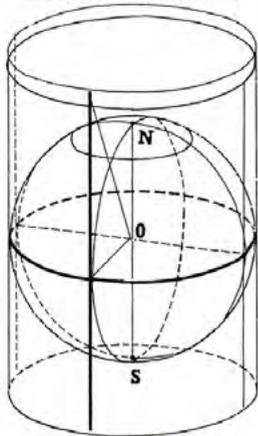
Con una ligera modificación, haciendo el cilindro secante a la esfera, tendremos dos paralelos automecoicos, de escala conservada, a igual latitud Norte y Sur, respectivamente.

La utilidad de este sistema, ideado por Mercator en 1569, para la navegación en alta mar, estriba en que los navíos, para ir de un punto a otro, describían una línea denominada loxodrómica, que con un rumbo constante cortaba a todos los meridianos bajo el mismo ángulo y que en este tipo de proyección se transforma en una línea recta.

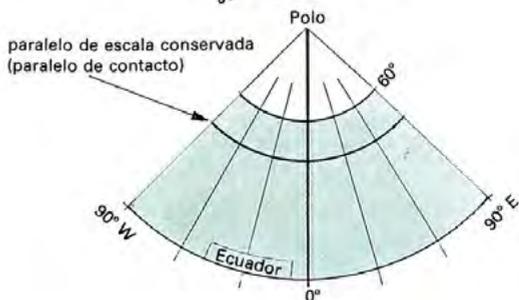
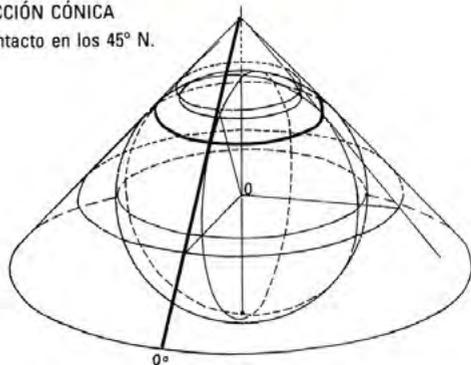
En las proyecciones cónicas la Tierra se representa sobre un cono, con el eje coincidente con la línea de los polos, tangente a lo largo de un paralelo, estableciendo análogamente entre los puntos de ambas una correspondencia biunívoca. Desarrollando, abriendo el cono, se obtiene una representación en que los meridianos serán siempre rectas que concurren en un punto (vértice del cono), siendo los paralelos arcos de circunferencia con centro en dicho punto.

El paralelo de contacto es automecoico. Los paralelos de mayor latitud, menores en la esfera, también serán menores en el mapa. Por el contrario, los paralelos de menor latitud, mayores en la esfera, también serán mayores en el mapa. Esto reduce notablemente las deformaciones. También puede utilizarse un cono secante, con dos paralelos automecoicos.

PROYECCIÓN CILÍNDRICA
con contacto en el Ecuador



PROYECCIÓN CÓNICA
con contacto en los 45° N.



hacia el Polo en el infinito



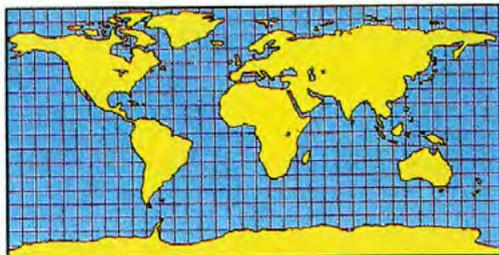
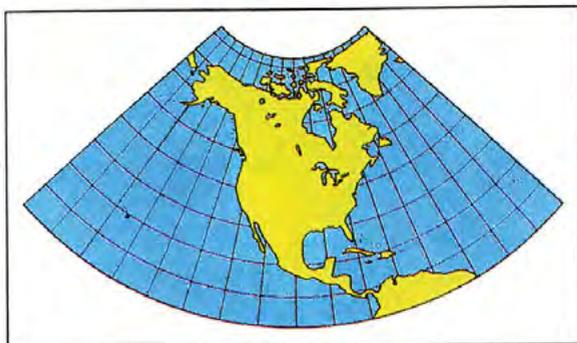
60°

paralelo de escala conservada (Ecuador)

90° W 0° 90° E



hacia el Polo en el infinito



Dibujos del *Compendio de Geografía General* de P. Gourou y L. Papy, y de *Mil projeccions per a un Mapamundi*, de J. M. Rabella

Como anteriormente señalamos, el número de proyecciones de una u otras características es muy elevado, si bien para el uso práctico su número queda reducido considerablemente.

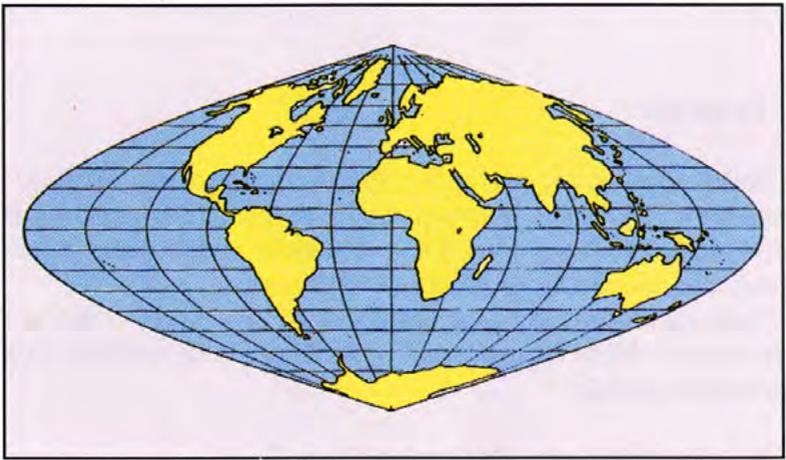
Un grupo importante de éstas lo constituyen las proyecciones perspectivas, que se distinguen entre sí según sea la posición del punto adoptado para proyectar desde él los distintos puntos de la superficie terrestre sobre un plano tangente a ésta. A dicho punto se le llama vértice de proyección y al plano sobre el que se proyecta, plano del cuadro.

Según sea la posición del vértice respecto de la superficie terrestre adoptan la siguiente clasificación:

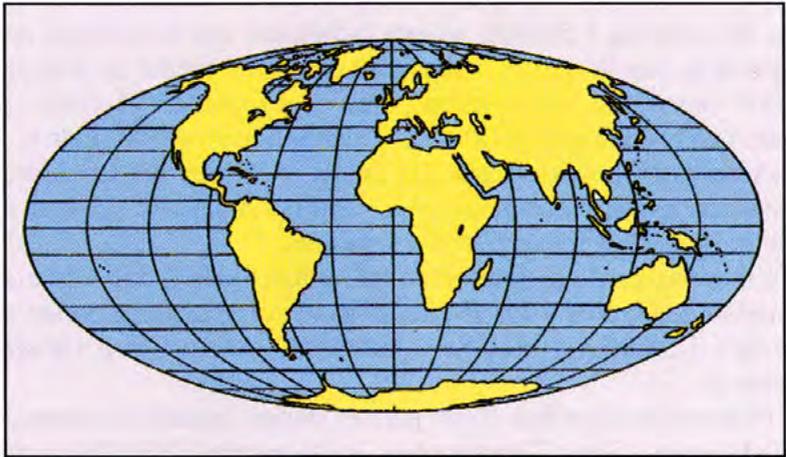
- Escenográfica: en la que el vértice de proyección es un punto cualquiera exterior a la superficie terrestre, pero a una distancia finita.
- Ortográfica: en la que el vértice de proyección está en el infinito.
- Estereográfica: en la que el vértice de proyección está sobre la propia superficie terrestre.
- Gnomónica: en la que el vértice de proyección coincide con el centro de la superficie terrestre.

Otro grupo importante de proyecciones lo constituyen las diseñadas para poder representar la totalidad de la superficie terrestre sin incurrir en deformaciones excesivas, permitiendo representar fenómenos geográficos globales. Citamos en este grupo las siguientes:

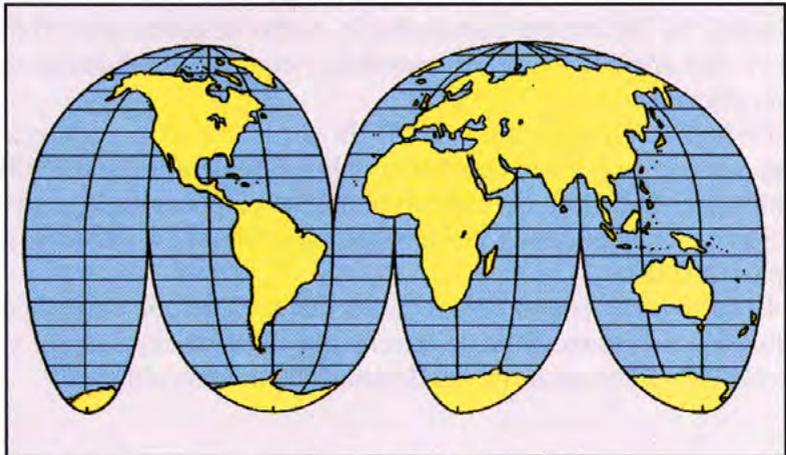
- Sinusoidal: los paralelos son rectas horizontales igualmente espaciadas, el meridiano central es una recta perpendicular y los restantes son curvas. Es una proyección equivalente.
- Mollweide: con el ecuador de doble longitud que el meridiano central y dividido en partes iguales que marcan los pasos de las elipses en que se conforman los meridianos. Los paralelos son rectas horizontales. Es una proyección equivalente.
- Goode: utiliza varios meridianos parcialmente automecóicos, cortando por bloques los océanos, si queremos representar los continentes; o por bloques los continentes, si queremos representar los océanos.



Proyección sinusoidal



Proyección de Mollweide



Proyección de Goode

La proyección poliédrica fue adoptada para el Mapa Topográfico Nacional 1:50.000. Se supone el territorio nacional dividido por meridianos separados 20' en longitud y paralelos separados 10' en latitud, formando una cuadrícula.

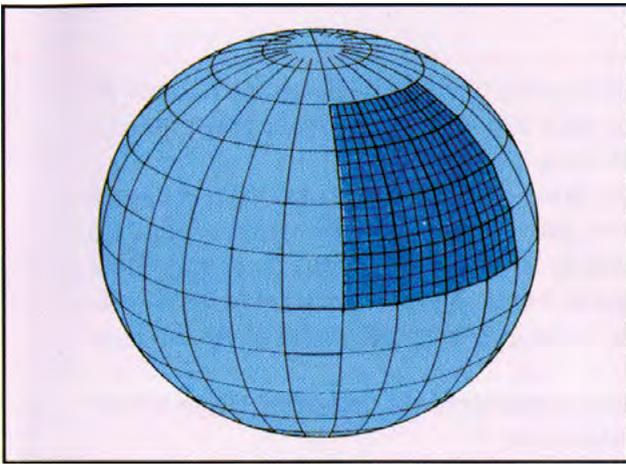
Cada una de estas cuadrículas, trapecios curvilíneos, se proyectan sobre el plano tangente en el centro de cada trapecio, sustituyendo la superficie terrestre por una superficie poliédrica circunscrita. Este sistema, no siendo conforme ni equivalente, presenta deformaciones insignificantes en cada hoja, y tiene el problema de los cascos entre hojas.

Habíamos visto anteriormente la proyección cilíndrica, con el eje del cilindro coincidente con la línea de los polos. La proyección UTM (Universal Transversa Mercator) utiliza un cilindro colocado transversalmente, esto es, con su eje situado en el plano del ecuador.

El fundamento matemático de la proyección UTM es muy complejo. Señalaremos someramente alguna de sus características que le han conducido a ser adoptado internacionalmente, incluida España, donde el Decreto 2.033/1970 la hace reglamentaria para el Mapa Topográfico Nacional, sustituyendo a la antigua proyección poliédrica.

La proyección se desarrolla para husos de 6° de amplitud (numerados del 1 al 60 a partir del meridiano 180° hacia el este). España queda comprendida en los husos 28 (de 18° a 12° W), 29 (de 12° a 6° W), 30 (de 6°W a 0°) y 31 (de 0° a 6°E). El cilindro es tangente a la Tierra en el meridiano central de cada huso, que se toma como origen, y al desarrollar la superficie cilíndrica, extendiéndola, dicho meridiano central se convertirá en el eje de las Y, que además es automecico. El eje de las X queda representado por la generatriz del cilindro tangente al ecuador.

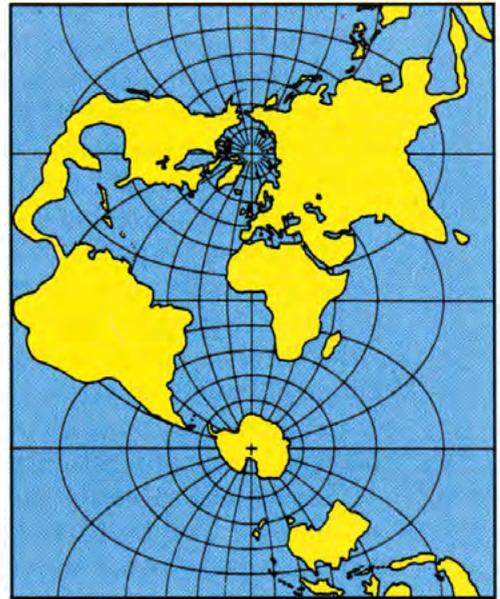
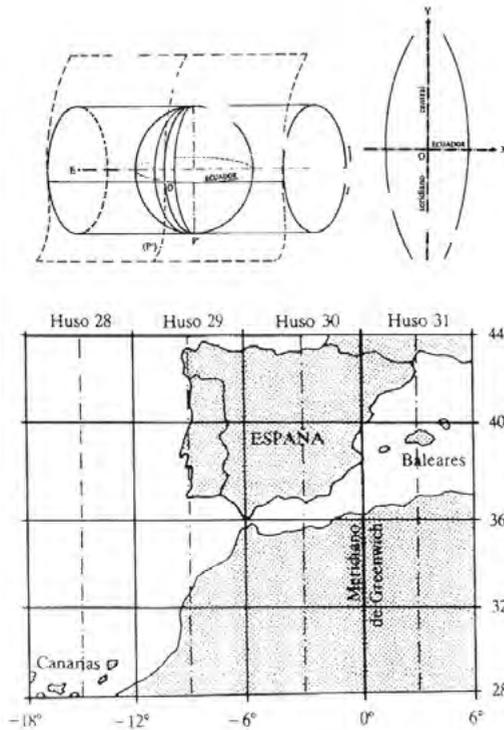
Las redes de paralelos y de meridianos son curvas que se cortan ortogonalmente. La proyección es conforme.



534	535
559	560

Problemas en el caso de hojas en la proyección poliédrica utilizada en la primera edición del Mapa Topográfico Nacional 1:50.000

La proyección poliédrica



Dibujos de *Mil proyecciones per a un Mapamundi*, de J. M. Rabella; y de *Geodesia y Cartografía Matemática*, de Fernando Martín Asín



La escala

Todos los mapas, cualesquiera que sean sus características, están dibujados a una escala determinada. La escala de un mapa nos permite conocer la relación entre una distancia medida sobre el mapa y su análogo en el terreno.

Todo objeto representado está realizado en una cierta relación de tamaño con el objeto real. Esta relación de tamaños es lo que se denomina escala. Así, si en un mapa se indica que la escala es 1:50.000, se está indicando que la relación entre la longitud de una línea en el mapa y su correspondiente en el terreno es 50.000 veces. Entonces, a una línea de un centímetro en el mapa le corresponde en el terreno una longitud de 50.000 veces un centímetro, es decir, 500 metros.

A veces en los mapas pueden aparecer escalas gráficas dibujadas en sus márgenes. Presenta algunas ventajas cuando el mapa se reproduce por métodos fotográficos o similares.

En la página de la derecha se ha representado la ciudad de Huelva y sus alrededores tal como aparece en los mapas a escala 1:25.000, 1:50.000 y 1:200.000 del Instituto Geográfico Nacional. Se ve que para el mismo tamaño de mapa cada uno representa una superficie diferente de terreno. Por tanto, la estructura urbana aparece mejor representada y con más detalle en un mapa a escala 1:25.000 y a medida que el denominador de la escala crece se abarca una extensión de terreno mayor.

El cartógrafo, cuando proyecta un mapa, tiene que elegir la escala en función de la superficie de terreno que necesita representar y de los detalles que precisa obtener.

Para representar el mundo real en un mapa es necesario realizar un proceso de generalización. La generalización cartográfica consiste en seleccionar los objetos que se van a representar, clasificarlos, simplificarlos o exagerarlos, simbolizarlos, etc, dependiendo de la escala y el uso pretendido del mapa.

La Geodesia es la ciencia que estudia la forma y dimensiones de la Tierra. La figura real de la Tierra es compleja, en ocasiones interesa tratarla como una figura matemática sencilla como sería una esfera o elipsoide y en otras como una figura más complicada que tenga en cuenta las fuerzas a las que está sometida, como sería el geoide.

El holandés Cristian Huygens publicaría en 1690 que la Tierra se asemeja más exactamente a la forma de un elipsoide de revolución achatado por los Polos. A partir de aquí todos los científicos trabajaron con esta idea.

La Academia de Ciencias de Francia, en 1735, designó dos comisiones para medir dos arcos de meridiano: uno, a latitud tan alta como fuese posible (en Laponia) y el otro, a latitud tan baja como fuese posible (en el Ecuador), y comprobar si existían diferencias, y cuáles eran éstas. Eso permitiría aceptar la idea de Huygens, a la que se unirían otros científicos como Newton, etc...

La expedición al Perú (1735-1745) fue liderada por los franceses Bouguer y La Condamine y en ella se integraron dos jóvenes oficiales de la Marina española: Jorge Juan y Antonio de Ulloa. Se midió un arco de meridiano de 3° al sur de Quito y se determinó exactamente la línea ecuatorial.

Jorge Juan se ocuparía de dejar constancia de las observaciones astronómicas y propondría la creación de un observatorio astronómico en Cádiz, que finalmente vería la luz unos años más tarde, en 1753, en San Fernando (Cádiz).

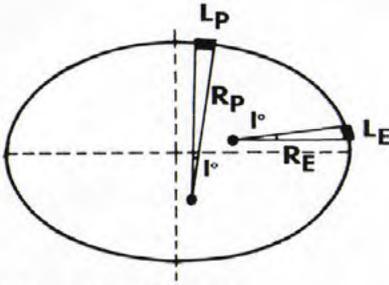
En la expedición a la Laponia finlandesa (1736-1737) liderada por los franceses Maupertuis y Clairaut se midió un arco de meridiano de 1° .

Estas mediciones sobre el terreno, más las procedentes del denominado meridiano de París iniciado por Picard (1670), seguido por Jaques Cassini (1720) y continuado por la tercera generación de la familia Cassini, Cesar François (1740) permitieron confirmar lo que ya la teoría había puesto de manifiesto.

Se confirmó la forma de la Tierra, se calcularon los radios en los Polos y en el Ecuador, y se calculó el achatamiento.

Pero lo más importante, se estableció una metodología de trabajo que haría posible medir el territorio y representarlo con rigor científico y geométrico: el sistema de triangulaciones.

Sin embargo, el camino abierto a mediados del siglo XVIII con la participación española en la medición del arco de meridiano de Perú se malogrará durante muchos años. Primero con la invasión francesa de los primeros años del siglo XIX y más tarde con la poco afortunada política de Fernando VII.



CLAVE DE LOS RESULTADOS
 El radio de curvatura es mayor en el polo que en el ecuador

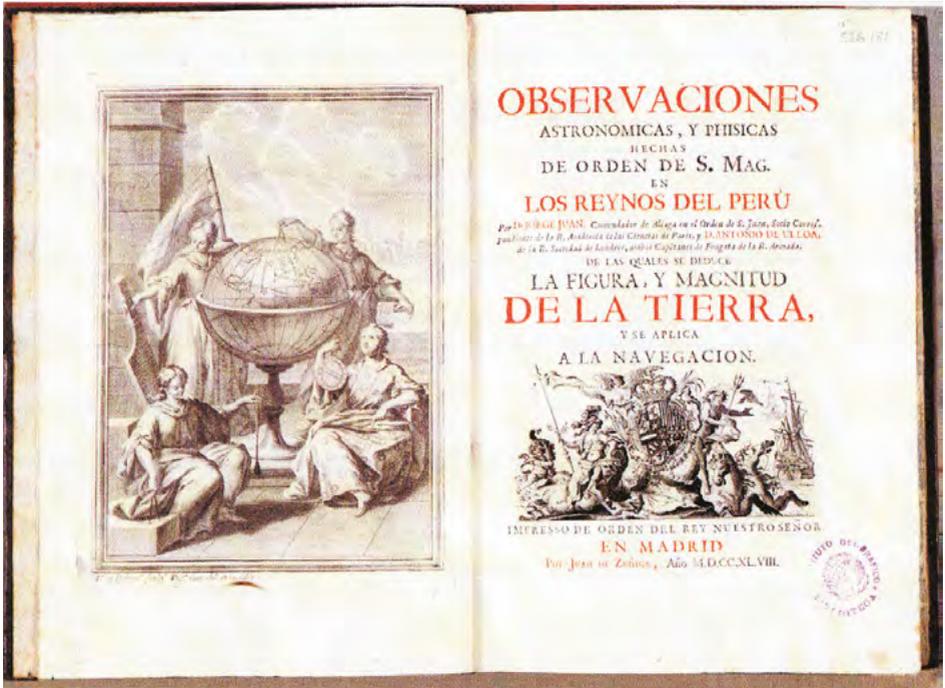
$$R_p > R_E$$

Para una misma medida angular tiene que resultar

$$L_p > L_E$$



Esquema de la comprobación que se realizó en Perú y Laponia. Sellos conmemorativos



Portada de *Observaciones Astronómicas y Phisicas hechas de orden de S. Mag. en los Reynos del Perú* por D. Jorge Juan y D. Antonio de Ulloa. Madrid, 1748

Para preparar un mapa el cartógrafo necesita, a veces, contar con la ayuda de otros profesionales (topógrafos, ingenieros, etc.) que le faciliten las medidas que ha de trasladar al mapa. Lo habitual, antes de la aparición del GPS, era proceder mediante medidas sobre el terreno llamadas triangulaciones. Inicialmente, se medía sobre el terreno, en la zona más llana y con mejor visibilidad, con la mayor precisión posible, una distancia conocida como línea de base. Los equipos que se utilizaban eran reglas y distanciómetros.

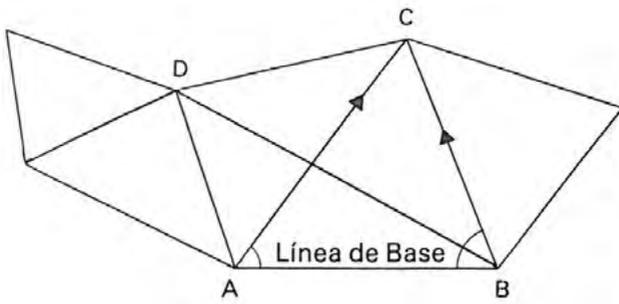
A partir de esta línea de base se formaba una cadena de triángulos, por adición de nuevos puntos. A partir de la medida de la línea de base y determinando los ángulos se podía ir calculando sucesivamente los triángulos hasta llegar a completar toda la estructura o malla geométrica del mapa.

Para medir los ángulos se utilizan los teodolitos. Este aparato es un simple antejo o telescopio montado sobre un sistema de apoyo (trípode) que puede situarse en posición horizontal mediante un sistema de niveles. Dirigiendo la visual al punto deseado pueden medirse ángulos en el plano horizontal y en el plano vertical.

A veces, en el campo, se ven unos pilares sobre el terreno: son los vértices geodésicos. Ellos forman la estructura (red geodésica) sobre la que se apoya la malla de medidas que definen la cartografía de España.

La red geodésica española se organizó mediante una red de primer orden con unos 650 vértices y triángulos de más de 40 kilómetros de lado. Sobre ella se apoya una segunda red con unos 2.000 vértices y triángulos de unos 25 kilómetros de lado. Y sobre ésta todavía se apoya una tercera red con unos 10.000 vértices y triángulos de unos 10 a 12 kilómetros de lado sobre las que se apoyaban las llamadas triangulaciones topográficas. Estas redes en sus cálculos consideran la verdadera configuración de la tierra (elipsoide-geoide). A partir de aquí, las triangulaciones topográficas ya consideran una Tierra plana.

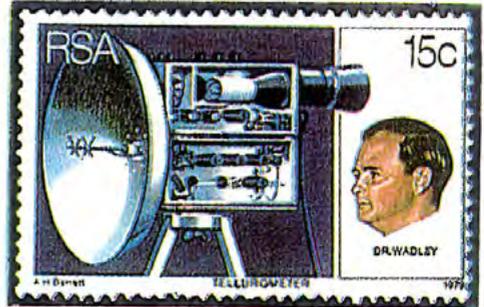
Si bien la Ley 11/1975 sobre señales geodésicas y geofísicas las protege, nuestra misión es contribuir a su protección. Constituye un patrimonio nacional a disposición de la comunidad.



TRIANGULACIÓN



Sello conmemorativo del enlace Geodésico entre Europa y África



El telurómetro, un tipo de distanciómetro



Vértice geodésico «Oso» (Segovia)

En 1835 se procede a la creación de la Escuela Especial de Ingenieros Geógrafos y a la de la correspondiente Inspección de Ingenieros Geógrafos en el Cuerpo de Ingenieros Civiles del Estado, pero esta iniciativa no prosperaría.

En 1843 se crea la Comisión Directiva del Mapa de España, pero es realmente en 1853 cuando, tras un dictamen de la Academia Real de las Ciencias, un Real Decreto establece la Dirección de la Carta Geográfica de España, bajo la inmediata dependencia del Ministerio de Fomento. En 1854 se emprenden las operaciones geodésicas por la Comisión encargada de formar el Mapa de España, y en 1858 se mide la Base Central de Madridejos.

La escala del Mapa Topográfico Nacional 1:50.000 fue proporcionada por la medición de esta Base Central con la regla bimetalica de Ibáñez de Ibero de cuatro metros, obteniéndose una longitud de 14.662,887 metros.

Se crearon cuatro cadenas de Meridianos (Salamanca, Madrid, Pamplona y Lérida), tres de paralelos (Palencia, Madrid y Badajoz) y tres de costa (Norte, Sur y Este).

Pero había un problema difícil de resolver en aquellos tiempos. Cómo enlazar geodésicamente Europa y África a partir de las redes de España y Argelia, a través del Mediterráneo y con más de 200 km de separación.

Dos comisiones, la española dirigida por Ibáñez Ibero y la francesa dirigida por Perrier, establecieron en 1879 un plan de trabajo con base en un cuadrilátero con vértices en España (Mulhacen y Tetica a 3.481 y 2.080 m de altitud) y en África (*Filhaoussen* y *M'Sabiha* a 1.140 y 585 m de altura).

Piénsese en las dificultades de establecer campamentos a esas alturas de la logística de equinos y suministros a lomos de burros, de la preparación de fogatas, luces que pudieran ser observadas desde la otra orilla. Pero se hizo hace 140 años. Los mayores lados geodésico de Europa son el Mulhacen (Sierra Nevada, España) - *Filhaoussen* (Argelia) con 269,9272 km y el Mulhacen - *M'Sabiha* (Argelia) con 269,8478 km.

ENLACE GEODÉSICO Y ASTRONÓMICO

D.E.

EUROPA Y ÁFRICA.

1879.



Escala 1:4.000.000

Lit. del Instituto Geográfico y Estadístico.

Enlace geodésico y astronómico de Europa y África. Carlos Ibáñez y Miguel Merino. Madrid 1880

El Sistema de Posicionamiento Global (GPS) desarrollado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos de América, con fines militares, se basa en la medición de las distancias a un grupo de satélites, de una constelación de 27 (24 operativos y 3 de reserva), que orbitan la Tierra, sincronizados, a 20.000 kilómetros.

Un receptor GPS es un reloj de alta precisión que permite conocer la distancia a la que nos encontramos de los satélites en el espacio, mediante la captación de la señal de radio que emiten, calculando la distancia a partir del tiempo que tarda esa señal en llegar desde el satélite al receptor.

Para conocer nuestra posición sobre la superficie del planeta Tierra, matemáticamente es necesario disponer de la medición a cuatro satélites. Mediante la medición de estas cuatro distancias entre los cuatro satélites y el receptor GPS, se obtienen las coordenadas (X, Y, Z) del punto donde nos encontremos.

Esta tecnología permite trabajar las 24 horas del día y se obtiene una precisión en las coordenadas del orden de unos 10 metros, si bien mediante técnicas y receptores GPS de alta precisión, se consiguen precisiones mejores de 1 centímetro.

Actualmente, otros sistemas globales conviven con el GPS, como el GLONASS ruso, el europeo GALILEO o el chino BEIDOU, por lo que actualmente se habla de GNSS (*Global Navigation Satellite System*), refiriéndose a los receptores que operan conjuntamente todos los sistemas.

Existen estaciones GNSS que están continuamente colectando datos que sirven para calcular los movimientos de placas tectónicas o el incremento del nivel medio del mar y también para que otros usuarios se conecten a ellas y obtengan su posición con una alta precisión, del orden de unos pocos centímetros.

Los GNSS se encuentran entre las técnicas de la llamada geodesia espacial. Otras técnicas de geodesia espacial serían la Interferometría de Muy Larga Base (VLBI) o la Medición Laser a Satélites (SLR).



Red de estaciones permanentes GNSS del Instituto Geográfico Nacional



Red europea de estaciones GPS y esquema de posicionamiento por satélite

La información altimétrica ha de ser considerada sobre una superficie de referencia: el nivel medio del mar, que no es fijo sino que varía por el fenómeno de las mareas, así como por las olas, oscilaciones locales, remolinos, fenómenos meteorológicos...

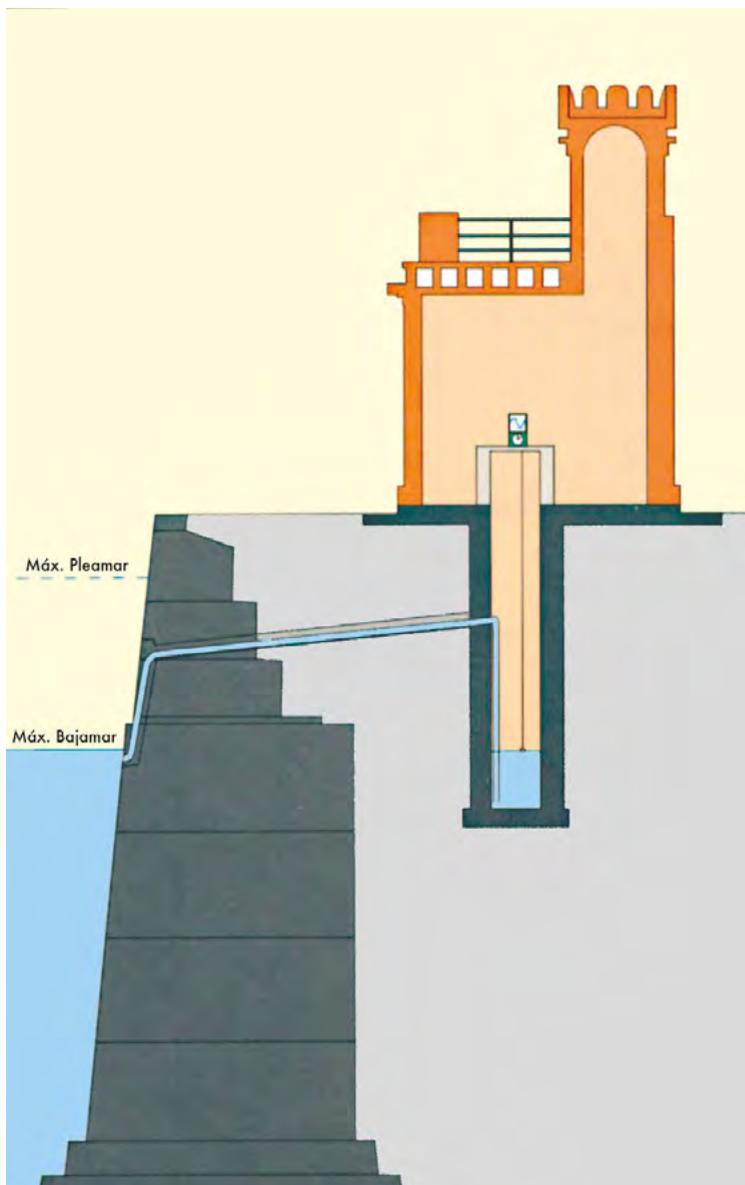
Todos estos efectos se producen alrededor de una posición media, que podemos considerar estable, al no variar sino muy lentamente en el tiempo, por lo que se toma como nivel medio de referencia para todas las nivelaciones.

El nivel medio de referencia se obtiene por las medidas realizadas en los mareógrafos, aparatos registradores que dan en el tiempo la variación en altura del nivel del mar, con la ventaja de proporcionar la variación continua de la marea revelando todos sus aspectos.

El conocimiento de los niveles medios diarios, mensuales y anuales permite la determinación de un punto de referencia cero para la Red Española de Nivelación de Alta Precisión (REDNAP) sobre la que se apoyan todas las medidas para el establecimiento de las altitudes del territorio.

La señal número uno de altitud cero de las Redes españolas se encuentra en Alicante y desde allí se extienden a todo el territorio peninsular. Resulta evidente que cada isla debe tener su propia Red de altimetría ligada a un mareógrafo o punto de referencia cero.

El Instituto Geográfico Nacional mantiene mareógrafos en varios puertos españoles, como los de A Coruña, Almería, Alicante o Santa Cruz de Tenerife. Existen otras redes de mareógrafos, con distintas finalidades, como las del Instituto Español de Oceanografía, del organismo Puertos del Estado y del Instituto Hidrográfico de la Marina.



Esquema de la estación mareográfica de A Coruña



Mareógrafo mecánico A. Ott (Kempton)



Mareógrafo mecánico Thomson

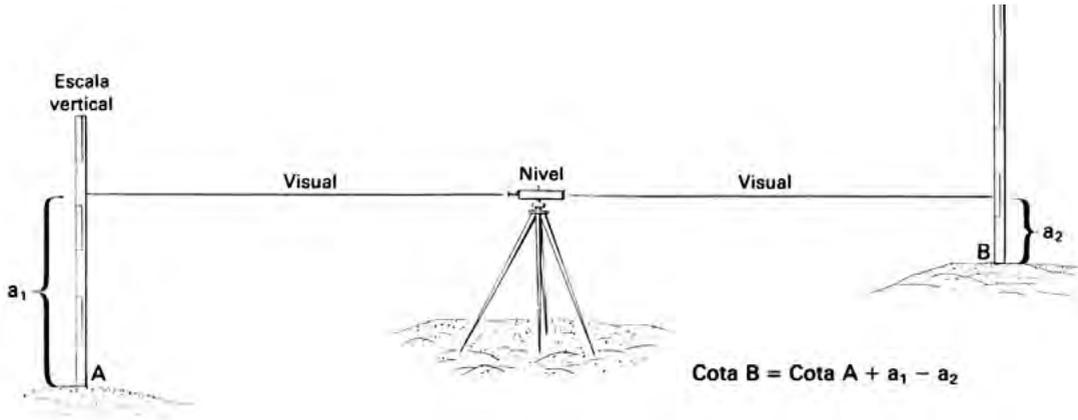
La información sobre el plano (planimetría) es insuficiente en la mayoría de los casos, por lo que es necesario disponer de una información altimétrica complementaria que nos señale altitudes sobre un plano de referencia.

En la España peninsular se ha tomado como superficie de referencia el nivel medio del mar en Alicante. Allí, a partir de un mareógrafo instalado en el puerto, el Instituto Geográfico Nacional determina la superficie de referencia, a través de un punto de referencia de altitud cero. A partir de este punto se va extendiendo por todo el territorio nacional un sistema de líneas de nivelación de alta precisión que nos permitirá ir dando altura a todos los puntos del terreno. Estas líneas forman una red denominada Red Española de Nivelación de Alta Precisión (REDNAP).

A veces encontramos en el suelo clavos y en las paredes placas identificativas. Los clavos, unos 30.000, constituyen todos los puntos de las redes de nivelación que han sido directamente medidos. Las placas son meramente informativas y figuran principalmente en estaciones de ferrocarril y en edificios públicos.

Los itinerarios de nivelación se realizan principalmente a través de carreteras. Las carreteras están sometidas a bastantes vicisitudes derivadas de la continua modificación de las mismas (ensanches, variantes, recrecidos de firme, etcétera) y esto obliga a un continuo mantenimiento de estas redes.

Para realizar las nivelaciones se utilizan principalmente los denominados niveles, equipos que, estabilizados horizontalmente, pueden apreciar la diferencia de altura entre dos puntos. Otros métodos más rápidos, pero menos precisos son la nivelación barométrica utilizando dicho instrumento y la nivelación topográfica utilizando un teodolito y calculando el triángulo formado en el plano vertical.



Trabajos de nivelación de alta precisión a lo largo de una carretera

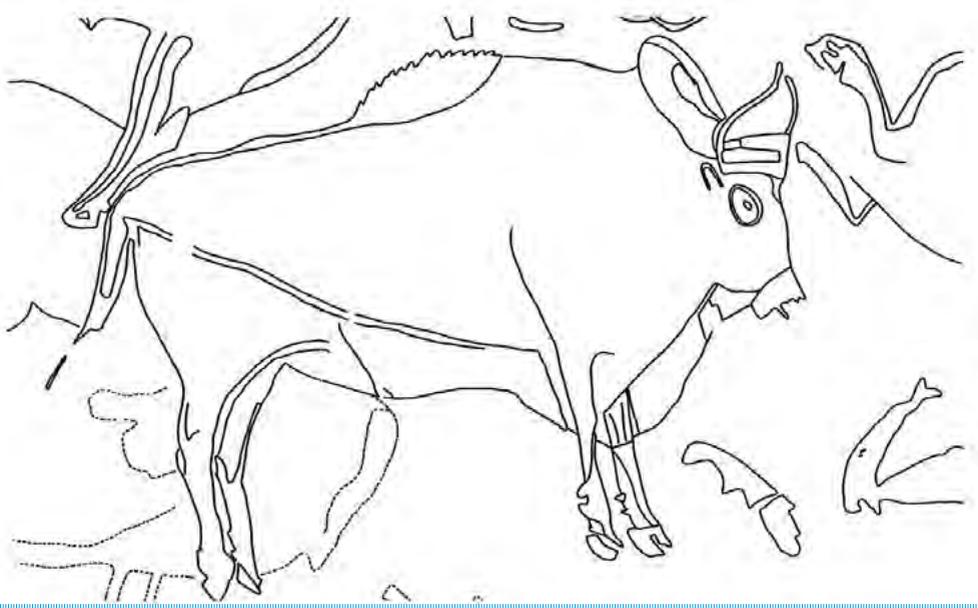
La fotogrametría es la técnica que permite obtener medidas tridimensionales a partir de fotografías, consiguiéndose información de carácter geométrico de los objetos fotografiados: su forma y posición.

La finalidad primaria de la fotogrametría es servir de instrumento en la producción de mapas, simplificando en gran medida los trabajos de campo y de control terrestre. Pero no es ésta su única aplicación, ya que en los últimos años, y por citar sólo algunos ejemplos, se está utilizando la técnica fotogramétrica en la obtención de información arqueológica (como las Cuevas de Altamira) y arquitectónica.

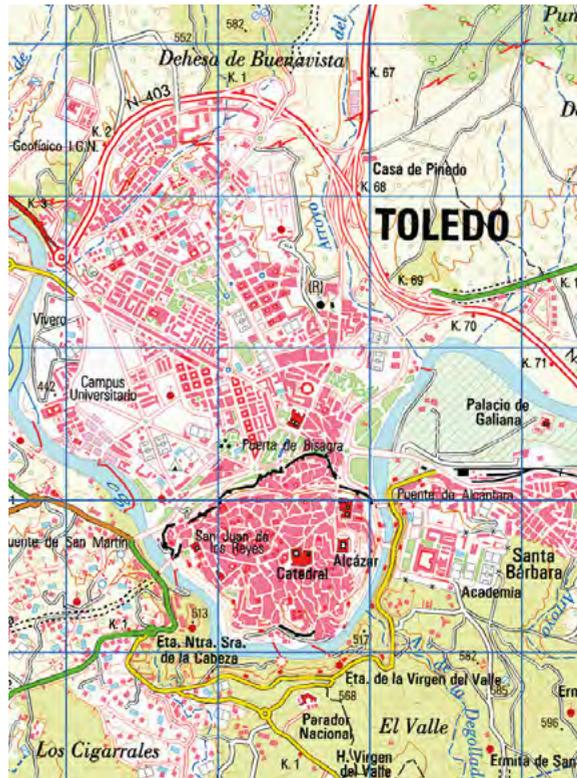
Se requieren, al menos, dos fotografías de un objeto, tomadas desde posiciones diferentes, para obtener a partir de ellas su geometría. La visión binocular o estereoscópica juega un importante papel en este proceso.

Durante el proceso fotográfico se toman las imágenes con un cierto recubrimiento (del orden del 60% longitudinal y del 40% transversal), de tal modo que todos los puntos del terreno aparezcan al menos, en dos fotografías. En un ordenador se les proporciona la posición y orientación que en su momento tuvo la cámara fotográfica al captar cada foto. Se trata de reproducir a escala un modelo geoméricamente semejante al terreno que fue fotografiado.

En el modelo «óptico» se pueden realizar medidas y trazar en proyección ortogonal las curvas de nivel (altimetría) y los detalles planimétricos.



Reproducción a escala 1:16 de un fragmento de la restitución fotogramétrica de las pinturas rupestres de la Cueva de Altamira (Cantabria)



Ortofoto del casco urbano de Toledo (PNOA) a escala 1:25.000 y fragmento del MTN a escala 1:50.000 número 629, Toledo.

Desde la aparición de los satélites artificiales el hombre ha dispuesto de una nueva tecnología para conocer mejor la Tierra. Si bien las primeras aplicaciones fueron las militares y la investigación del espacio exterior, pronto se pusieron en marcha proyectos sobre recursos naturales y el medio ambiente. La posibilidad de realizar predicciones meteorológicas, de efectuar un seguimiento del desarrollo de las cosechas, con las implicaciones económicas que ello representa, el estudio de vertidos contaminantes al agua o a la atmósfera, el descubrimiento de nuevos yacimientos minerales, etc. son algunas de las aplicaciones más inmediatas de los satélites con fines pacíficos.

Nació entonces la «teledetección» como una nueva técnica de adquisición de datos sin contacto del instrumento con el objeto, y se desarrolló todo un conjunto de procedimientos destinados a transformar los registros recibidos desde el espacio en datos útiles, gestionados por ordenador y representados en mapas geográficos y temáticos.

Inicialmente se utilizó la fotografía aérea para estos fines, pero el progreso alcanzado en el campo de la astronáutica condujo al desarrollo de nuevos sistemas de adquisición de información basados en la propagación de la energía electromagnética.

Un «sensor» es un instrumento capaz de recibir y almacenar los valores de radiación que proviene del suelo y de los objetos en un cierto rango de longitudes de onda. Una cámara fotográfica digital es un sensor que suministra una imagen de la escena observada, pero la técnica espacial ha desarrollado otro tipo de sensores que captan información en toda la gama del espectro: ultravioleta, visible, infrarrojo y microondas, obteniendo así información no accesible al ojo humano y que pueden suministrar dicha información instalados en un satélite o en una plataforma espacial.

Situando el satélite en órbitas adecuadas es posible obtener una repetitividad de los datos al sobrevolar un lugar con ciertos intervalos. Esta información permite la puesta al día de mapas geográficos y la realización de cartografía temática.

Ortoimagen de toda España con imágenes de los satélites Landsat 7 y SPOT 5



Imagen del satélite Landsat 7 de la ciudad de Barcelona en el año 2000

Consideremos las curvas de nivel de un mapa. Una vez digitalizadas, u obtenidas directamente a partir de fotogrametría digital, pueden manipularse utilizando diferentes programas gratuitos en forma de *software* libre, con los que pueden ser visualizadas, modificadas, etc.

Otra forma de digitalización del relieve son los denominados «modelos digitales del terreno» (MDT), basados en una estructura de celdas cuadradas o «malla», que almacena en cada punto de la malla la altitud del terreno.

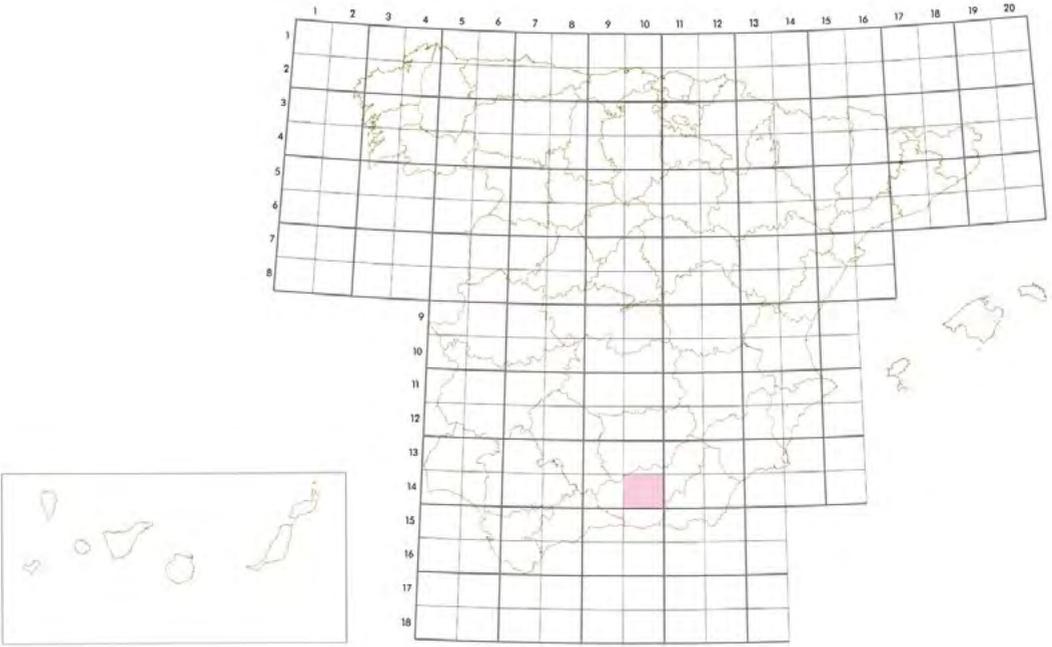
La medida de altitudes puede hacerse por métodos indirectos, sobre fotografías aéreas, o por métodos directos a partir de datos Lidar.

La calidad de un MDT viene dada por la precisión de las altitudes y el ancho de malla, en relación con la escala. Un ancho de malla grande originará una falta de detalles en el modelo. Un ancho de malla demasiado pequeño con respecto a la precisión, puede originar un exceso de detalles y «ruido» en los datos, que dificulten los procesos de cálculo.

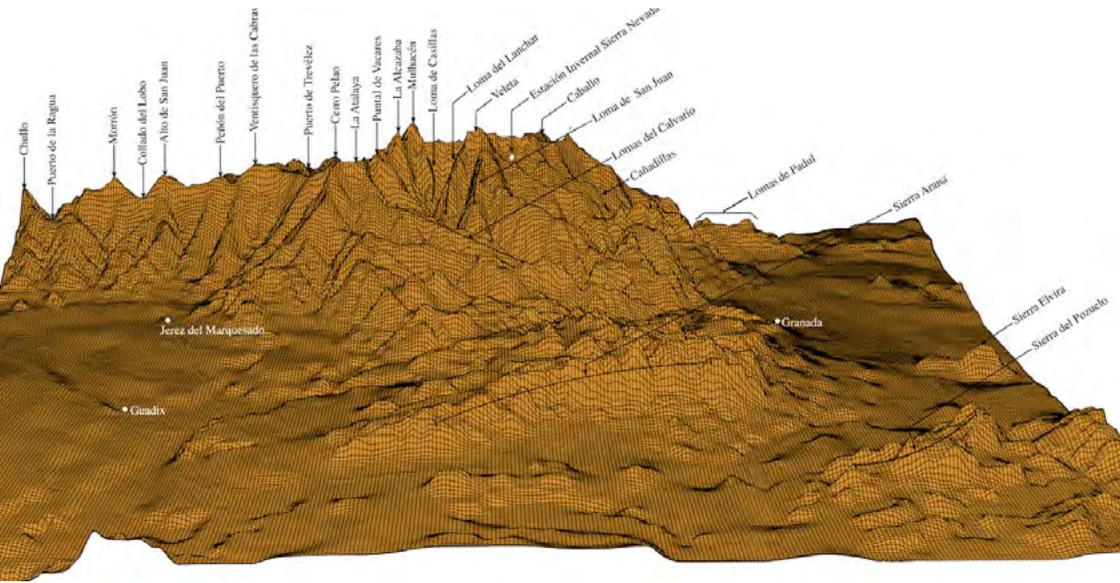
Inicialmente se realizaron, por métodos indirectos, el MDT200, a partir de la serie de Mapas Provinciales 1:200.000 sobre malla de 200 metros y el MDT25, a partir de las hojas del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:25.000 sobre malla de 25 metros.

En la actualidad se trabaja con los datos del PNOA (Plan Nacional de Ortofotografía Aérea) y se obtiene un MDT5 con ancho de malla de 5 metros; de los cuales se derivan el MDT25 y MDT200 con anchos de 25 y 200 metros respectivamente.

Un MDT es una representación de la superficie de la Tierra excluyendo elementos antrópicos (construcciones, viaductos, puentes...) así como otros elementos naturales como vegetación. Por su parte, un Modelo Digital de Superficie (MDS) sí incluye estos elementos. Es decir, en un MDS las altitudes representan no la del terreno sino la de estos objetos.



Mapa de distribución del MDT200



Modelo de una zona de la provincia de Granada

La idea de hacer que una foto aérea o una imagen de satélite sea superponible a un mapa, eliminando de alguna manera las deformaciones debidas a la perspectiva y al relieve, es muy antigua y se ha demostrado que el resultado es extremadamente útil en información geográfica. Si utilizamos una fotografía aérea obtendremos una ortofoto y si utilizamos una imagen de satélite tendremos una ortoimagen.

Inicialmente se utilizaron los «rectificadores», sencillos instrumentos que permitían corregir los efectos de la perspectiva debidos a la falta de verticalidad del eje de toma, utilizando tres puntos de control. En terreno llano la corrección es perfecta, pero en terreno ondulado se hace preciso corregir también los desplazamientos debidos al relieve.

Para ello se crearon los «ortoproectores», de los cuales ha habido varias generaciones. Una inicial, basada en restituidores fotogramétricos de guiado manual, y una última, de guiado automático sobre modelos digitales del terreno, con toda una amplia gama de generaciones intermedias. Estos instrumentos no se utilizan desde hace muchos años, realizándose en la actualidad todo el proceso digitalmente.

PNOA son las siglas del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea, que está siendo coordinado por el Instituto Geográfico Nacional junto con otros Ministerios. El PNOA se inicia en el año 2004 con el objetivo de obtener una cobertura de ortofotos de toda España. Se trata de un proyecto en colaboración entre las Comunidades Autónomas y la Administración General del Estado, que fomenta la coordinación entre Administraciones. El proyecto prevé realizar una cobertura cada tres años, con una resolución geométrica (tamaño de píxel) de entre 10 cm y 25 cm según las zonas.

PNOA. Ortofoto de Madrid, alrededores de la Plaza de Toros de Las Ventas.
Imagen superior: escala 1:5.000 (1 cm = 50 metros);
Imagen inferior: escala 1:10.000 (1 cm = 100 metros)





Sección II

Organización institucional de la cartografía española

Por Decreto de 12 de septiembre de 1870 se crea el Instituto Geográfico y se nombra al entonces Coronel de Ingenieros Ibáñez de Ibero como su director.

En el Decreto fundacional ya se especificaba que realizaría los trabajos relativos a la determinación de la forma y dimensiones de la Tierra, triangulaciones geodésicas de diversos órdenes, nivelaciones de precisión, triangulación topográfica, topografía del mapa y del catastro y determinación y conservación de los tipos internacionales de pesas y medidas. El Observatorio Astronómico de Madrid, de acuerdo con el Instituto Geográfico, tendría a su cargo la determinación de latitudes, longitudes y azimutes en algunos vértices geodésicos.

En 1873, durante la Primera República se constituyó la Dirección General del Instituto Geográfico y Estadístico, dependiente del Ministerio de Fomento.

En 1878 se le adscribió el Servicio de Pesas y Medidas.

En 1900 el Ministerio de Fomento se escinde en dos: de Instrucción Pública y Bellas Artes y de Agricultura, Industria, Comercio y Obras Públicas. La Dirección General del Instituto Geográfico y Estadística se integrará en el primero de ellos.

En 1904 se integra el Observatorio Astronómico y Meteorología de Madrid, incluyendo los trabajos de Física terrestre y Geofísica que tenía encomendados desde 1885.

En 1906, la Ley de 23 de marzo, relativa al Catastro Parcelario otorga un importante papel en este campo al Instituto Geográfico y Estadístico.

En 1922 a causa de una reorganización del Ministerio de Trabajo, Comercio e Industria, pasan a depender del mismo los servicios de Estadística de la Dirección General del Instituto Geográfico y Estadístico, mientras el resto de la Dirección General sigue integrada en el Ministerio de Instrucción Pública y Bellas Artes.

En 1925 el Centro pasa a denominarse Instituto Geográfico y Catastral.

La primera sede del Instituto Geográfico estuvo situada en la calle Jorge Juan nº 8, en el barrio de Salamanca en Madrid.



Primera sede del Instituto Geográfico en Madrid y sello del General Ibáñez de Ibero

Hoy a casi ciento cincuenta años de distancia desde su creación el Instituto Geográfico y Estadístico ha sufrido varios cambios de nombre: Instituto Geográfico y Catastral... hasta el presente Instituto Geográfico Nacional (IGN).

Por el camino, y por mor de los tiempos, algunas de sus actividades y funciones se han ido desarrollando e independizando hasta tener vida propia.

Así la Estadística, se empieza a independizar en 1922 y actualmente existe el Organismo Autónomo Instituto Nacional de Estadística.

La Meteorología, se empieza a independizar en 1933 y actualmente existe la Agencia Estatal de Meteorología.

Las Pesas y Medidas, se empieza a independizar en 1985 y actualmente existe el Organismo Autónomo Centro Español de Metrología.

El Catastro, se empieza a independizar en 1987 y actualmente existe el Organismo Autónomo Centro de Gestión Catastral y Cooperación Tributaria.

Pero el Instituto Geográfico Nacional, actualmente en Ibáñez Íbero nº3 de Madrid, continúa progresando en sus trabajos y desarrollando nuevas tecnologías de acuerdo con los tiempos en que nos ha tocado vivir. Así se trabaja en fotogrametría a partir de vuelos específicos para la cartografía nacional; en técnicas de teledetección a partir de la información suministrada por satélites; en radioastronomía de ondas milimétricas explorando el espacio con el radiotelescopio instalado en Yebes (Guadalajara); en cartografía asistida por ordenador; en el Atlas Nacional de España, etc.

Administrativamente, el Instituto Geográfico Nacional es una Dirección General dependiente del Ministerio de Fomento, a través de la Subsecretaría de Departamento. Mantiene una estructura periférica con delegaciones territoriales, incluyendo los Centros geofísicos de Toledo y Canarias y las Estaciones del Observatorio Astronómico Nacional en Calar Alto (Almería) y Yebes (Guadalajara).



Sede del Instituto Geográfico Nacional en la calle del General Ibáñez de Ibero, 3, de Madrid, y monumento erigido a su fundador, General don Carlos Ibáñez de Ibero, que se encuentra situado en el cruce de la calle que lleva su nombre con la de San Francisco de Sales



La observación del territorio es una actividad imprescindible para cualquier proyecto que ofrezca información geográfica, ya sea topográfica o temática. En España, esta actividad se desarrolla en torno al Plan Nacional de Observación del Territorio (PNOT) en el que participan la Administración General del Estado (AGE) a través de varios ministerios y todas las Comunidades Autónomas, coordinadas por el Instituto Geográfico Nacional y el Centro Nacional de Información Geográfica.

El PNOT tiene por objeto la obtención de coberturas de imágenes aéreas y de satélites para aplicaciones multidisciplinares, con resoluciones y ritmos de actualización optimizados desde el punto de vista económico.

Organizados por niveles de resolución espacial y frecuencia temporal, dentro del PNOT, se integran el Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) y el Plan Nacional de Teledetección (PNT). El PNOA proporciona, entre otros productos fotogramétricos, coberturas cada tres años de todo el territorio nacional mediante ortofotos aéreas (fotografías aéreas rectificadas, superponibles a los mapas) de muy alta resolución (de 10 a 25 cm según la importancia de las distintas zonas). Asimismo, proporciona coberturas Lidar (Laser Detection and Ranging) de todo el territorio cada 6 años con las que se realizan, entre otros productos, Modelos Digitales del Terreno (MDT) de gran exactitud y resolución. Por su parte, el PNT proporciona coberturas periódicas (anuales, mensuales, semanales o diarias) de todo el territorio español mediante imágenes de satélite de alta, media y baja resolución (2,5 m a 1000 m).

La explotación de las coberturas resultantes por las diferentes instituciones participantes proporciona información geográfica, topográfica y temática, que se integra en distintas bases de datos geográficas. El Sistema de Información de Ocupación del Suelo en España (SIOSE), con un nivel de detalle y precisión equivalentes a la escala 1:25.000, es una herramienta básica para planificar y gestionar recursos medioambientales (ordenación del territorio, urbanismo, evaluación de impactos ambientales, desarrollo sostenible, etcétera).

Otros organismos participantes en el PNOT utilizan los datos de PNOA y PNT para muchos otros fines diversos (SIGPAC, Catastro, etc.). Todos los datos de PNOA, SIOSE y muchos de los del PNT están disponibles libre y gratuitamente para cualquier organismo, empresa, organización, o ciudadano de cualquier país del mundo, con una licencia de uso totalmente abierta.



Imágenes de la costa malagueña. Plan Nacional de Teledetección (PNT)



El Instituto Geográfico Nacional prepara y edita el Mapa Topográfico Nacional de España a escala 1:50.000.

La primera hoja de este mapa (número 559, Madrid) se publicó en el año 1875. En la primera década del siglo XXI se ha completado una edición por medios digitales que cubre todo el territorio nacional en un conjunto de 1076 hojas.

Como el mapa es un elemento vivo, dinámico, que cambia con el tiempo, al crearse nuevas urbanizaciones y áreas urbanas, nuevos ferrocarriles y redes de carreteras, al aparecer nuevos polígonos industriales, al transformarse las estructuras rurales, etc., exige un trabajo permanente e ininterrumpido de puesta al día y modernización.

Así, numerosas hojas del mapa han necesitado sucesivas ediciones, en número variable (en algún caso hasta ocho), dependiendo de los cambios experimentados.

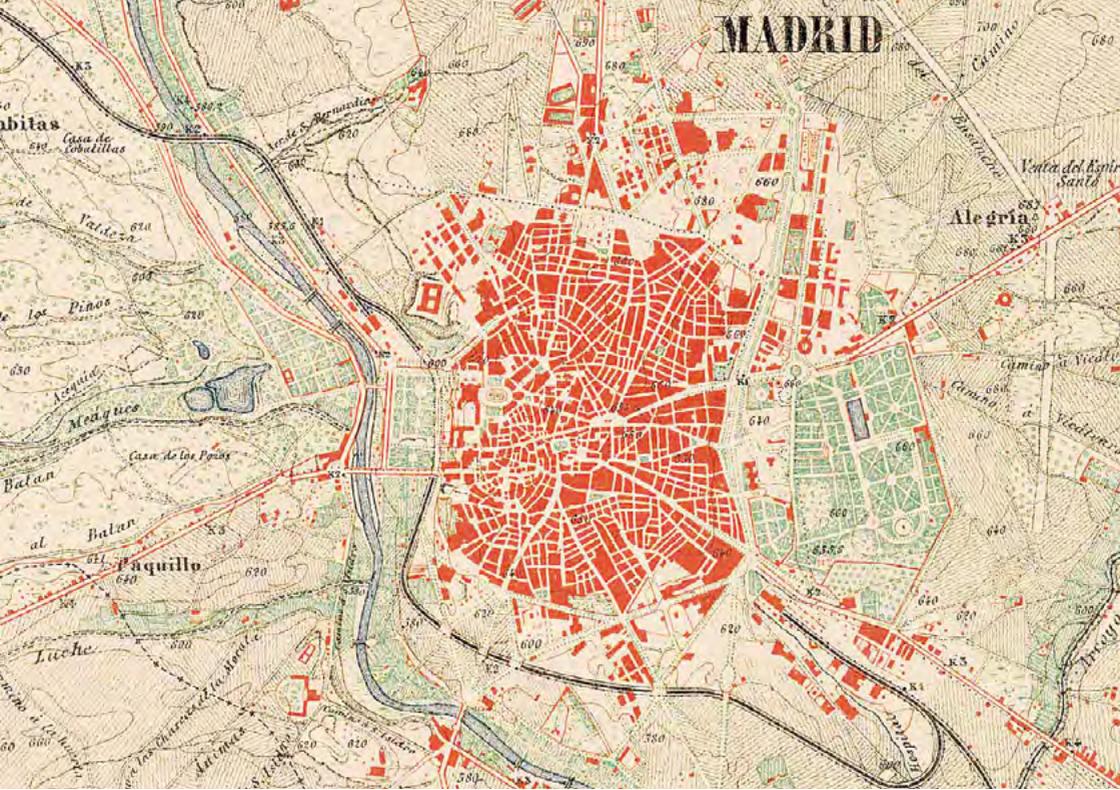
Las hojas del Mapa Topográfico Nacional reciben el nombre de la entidad de población con mayor número de habitantes que aparece representada. Las modificaciones censales, debidas principalmente a los fenómenos demográficos y migratorios, y la utilización de la toponimia vernácula están conduciendo a un proceso de revisión de los nombres que identifican las hojas.

La edición de una hoja se realiza con SEIS colores predominantes:

- Negro: límites administrativos, caminos, ferrocarriles, toponimia y orografía.
- Siena: curvas de nivel (altimetría).
- Azul: mares, embalses, ríos... y su toponimia.
- Rojo: núcleos urbanos y redes de carreteras nacionales.
- Verde: carreteras autonómicas de segundo orden, cultivos y zonas forestales.
- Amarillo: autopistas y carreteras autonómicas de tercer orden.

Actualmente los mapas se imprimen en cuatricromía (cyan, magenta, amarillo y negro), si bien la distribución de esta cartografía también se hace mediante servicios web WMS y WMTS.

Este mapa se realizó inicialmente en una proyección poliédrica local, si bien, para lograr una ubicación global, en la actualidad se realiza en proyección UTM (ver capítulo 8 «De la proyección poliédrica a la UTM»).



A la vista de las necesidades de la comunidad nacional, hacia 1973-1975, se comenzó a preparar la edición de una nueva serie del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:25.000.

Con la misma distribución de hojas del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000, cada hoja de esta serie va a dar origen a cuatro nuevas hojas de la serie 1:25.000, cuartos I, II, III y IV, de tal manera que las dimensiones de cada cuarto son las mismas que las de la hoja del MTN 1:50.000.

El mapa está realizado con la misma filosofía cartográfica que el MTN 1:50.000 y la edición se realiza en los mismos colores. La equidistancia de curvas de nivel se ha reducido de los 20 a los 10 metros, e incluso en algunas zonas costeras se ha representado la curva de nivel de 5 metros.

En este mapa se presta una atención especial a la toponimia, manteniendo cuidadosamente los nombres locales en la lengua de cada región. Por esta razón las hojas correspondientes a zonas de habla mayoritariamente distinta del castellano incluyen en el margen un vocabulario con los genéricos más usuales para facilitar su comprensión por los usuarios.

Desde su inicio el mapa está realizado en proyección UTM, con hojas rectangulares que permiten su case, y la formación de un mapa continuo, evitando los problemas que antes aparecían como consecuencia del uso de la proyección poliédrica, donde no era posible formar un mapa continuo.

Con el avance de las nuevas tecnologías de la información, es posible realizar los trabajos de actualización por procedimientos digitales y acometer la edición del mapa no solo para su publicación en papel sino también para su distribución a los ciudadanos mediante servicios web.

La serie consta de 4123 hojas, y se sigue un plan de actualización en función de la mayor o menor perdurabilidad de la información contenida.



Valverde

Centro Comercial

Estación de Clasificación

Convento de Santa Catalina

Fuencarral

Sanchinarro

Nazaret

Virgen del Correo

Pol. Ind. de Manoteras

Nudo de Manoteras

Arteria

M-30 K.32

M-11 712 Hortaleza

Pinar de Chacabarrin

Querof

Polideportivo de Hortaleza

Apostol Santiago

San Cristobal

Clasificación Postal

Castiella

Castibares

Manoteras

Pinar de Rey

Santa Maria

Estación de Chacabarrin

Parque de Dona Guadalupe

San Miguel

Los Rosales

El Bosque

Pinar del Rey

San Matias

Los Carmenes

Araya

HORTALEZA

San Fernando

OHAMARTIN

Nueva España

Depósito de Hortaleza

Virgen

Avenida de Alberto Alcocer

Calle de Costa Rica

Correa

Rortugaleira

Hispanoamerica

Hospital San Rafael

Ramon

Amaro

La producción cartográfica del Instituto Geográfico Nacional no se circunscribe únicamente a las series básicas del Mapa Topográfico Nacional 1:50.000 y 1:25.000, sino que abarca otras escalas como la provincial 1:200.000, la autonómica 1:500.000 y la general de España 1:1.250.000.

La serie de Mapas Provinciales a escala 1:200.000 se inició en su configuración actual en 1964, si bien ha ido sufriendo algunos cambios para dotarle de una presentación más atractiva y de una superior utilidad técnica, eliminando inclusive el concepto de la provincia aislada, como aparecía en las primeras ediciones, para dar paso al concepto de mapa continuo.

Estos mapas se han formado por generalización y reducción del Mapa Topográfico Nacional 1:50.000 y a veces incluso del 1:25.000, y están realizados en proyección UTM, facilitando el caso de hojas contiguas.

El mapa suministra asimismo una completa información de tipo administrativo al incluir toda la compleja distribución de líneas límite, mostrando en un cuadro, cuando no es posible hacerlo de otra manera, los numerosos enclaves y territorios separados del término municipal al que pertenecen.

A partir de esta serie de Mapas Provinciales se ha preparado otra de Mapas Autonómicos, con escala variable, dada la configuración de nuestras Comunidades Autónomas.

La serie 1:500.000, conocida como «tipo World 1404», forma parte de un proyecto internacional iniciado en la década de los 70 del siglo pasado y puesto en marcha en el continente europeo por Alemania y Francia, al que poco después se uniría España.

La proyección utilizada es la cónica secante, por bandas de 4° entre paralelos, con dos paralelos automecoicos, para que la edición, realizada por bandas de 2° entre paralelos siempre permita la existencia de un paralelo automecoico, o de escala conservada, en cada hoja.

En 1990 se realizó otra serie 1:500.000 con el mismo sistema de proyección y distinta distribución de hojas para el Atlas Nacional de España, y en el año 2000 se realizó una nueva serie, en proyección UTM e impresa en cuatricromía, para la versión reducida del Atlas Nacional de España.

En 2013 se ha publicado una nueva serie en 15 hojas, en proyección Lambert, con tintas hipsométricas y sombreado de relieve.

Fragmentos del Mapa Provincial de Valencia a escala 1:200.000, quinta edición 2005 y del Mapa de España 1:500.000, en proyección UTM, 2000, del Atlas Nacional de España

La Ley 7/1986, de Ordenación de la Cartografía, distingue las funciones de servicio público de interés general, que corresponden a la Administración del Estado, de las competencias instrumentales que han de ser desarrolladas por todos los organismos de las Administraciones Públicas productores de cartografía oficial.

La Ley clasifica la cartografía oficial en básica, derivada y temática.

Es cartografía básica, cualquiera que sea la escala de su levantamiento, aquella que se realiza de acuerdo con una norma cartográfica establecida por la Administración del Estado, y se obtiene por procesos directos de observación y medición de la superficie terrestre.

Cartografía derivada es la que se forma por procesos de adición o generalización de la información topográfica contenida en cartografía básica preexistente.

Cartografía temática es la que, utilizando como soporte cartografía básica o derivada, singulariza o desarrolla algún aspecto concreto de la información adicional específica.

Es competencia de la Administración del Estado:

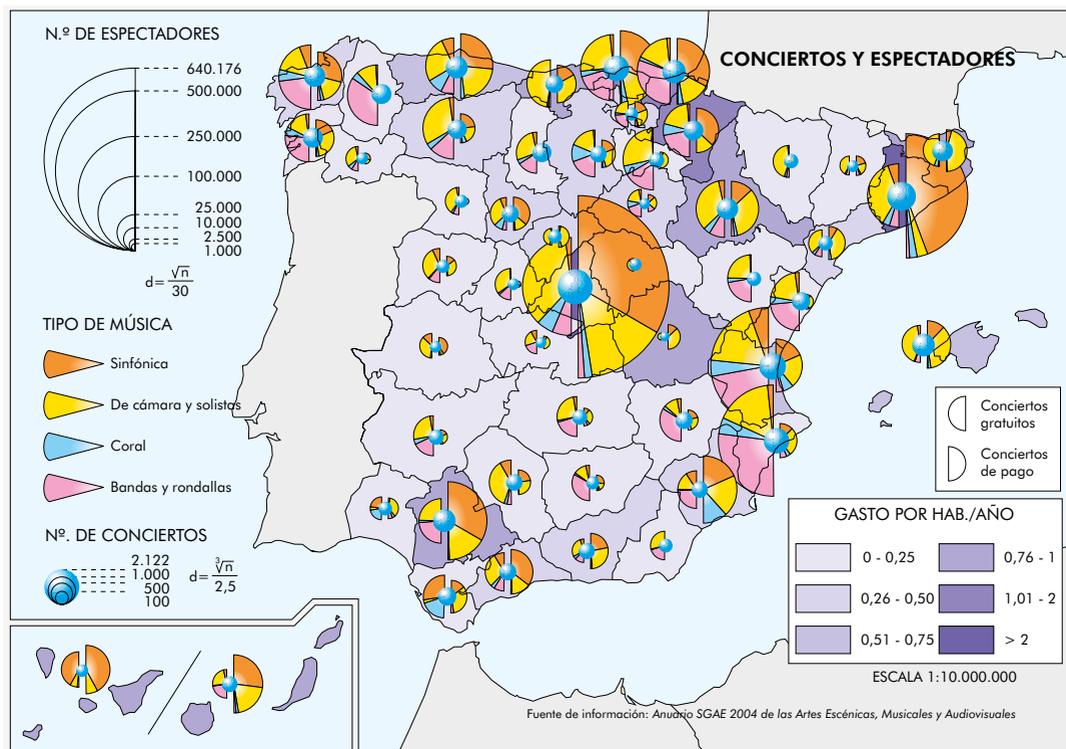
- a) a través del Instituto Geográfico Nacional, el establecimiento y mantenimiento de las redes nacionales geodésica y de nivelaciones y la formación y conservación de las series cartográficas a escala 1:25.000 y 1:50.000 que constituyen el Mapa Topográfico Nacional.
- b) a través del Instituto Hidrográfico de la Marina la formación y conservación de la cartografía náutica básica.



Sello de Correos de España de la serie Ciencias de la Tierra y del Universo. Cartografía básica. Año 2007



Sello de Correos de España de la serie Ciencias de la Tierra y del Universo. Cartografía derivada. Año 2006



Cartografía temática del Atlas Nacional de España grupo 44 Sociología Cultural. Año 2006

La Ley 2/2018, modificación de la Ley 14/2010, sobre las Infraestructuras y los Servicios de Información Geográfica en España (LISIGE), complementa la Ley 7/1986 de Ordenación de la Cartografía y define la importancia que la Información Geográfica generada por las Administraciones Públicas tiene para los ciudadanos y para la sociedad en general y, en consonancia con la Ley 37/2007 de Reutilización de la Información del Sector Público, promueve la publicación en la web de datos y servicios geográficos. Esta Ley es la transposición de la Directiva 2007/2/CE (INSPIRE) del Parlamento Europeo y el Consejo al ordenamiento jurídico español.

LISIGE es el complemento y perfeccionamiento de la Ley 7/1986 de Ordenación de la Cartografía (ver capítulo 26), e instituye el Sistema Cartográfico Nacional (ver capítulo 28), ya mencionado en el Real Decreto 1545/2007 en total sintonía con la Directiva Inspire, como marco de coordinación de la actividad cartográfica en España, diseñando su funcionamiento y organización interna.

La Legislación sienta las bases regulatorias y normativas para que las Administraciones Públicas publiquen la Información Geográfica de su competencia de modo interoperable mediante geoservicios estándar en Internet, que se concretan en las denominadas normas de ejecución de INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in Europe), las cuales establecen los aspectos técnicos de la implementación práctica de servicios e infraestructuras.

Ejemplos de desarrollo de esta normativa han sido: la rápida implantación de la Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE), la armonización de la Cartografía Básica del Estado y el desarrollo de proyectos nacionales de colaboración en materia de información geográfica de referencia. Corresponde al Instituto Geográfico Nacional, como institución estatal de referencia en materia de información geográfica, la coordinación de estas actuaciones con la participación técnica y económica de las Administraciones Públicas españolas.



Información Geográfica de Referencia de Redes de Transportes (IGR-RT). Ría de Bilbao



Página web de los servicios INSPIRE del Catastro

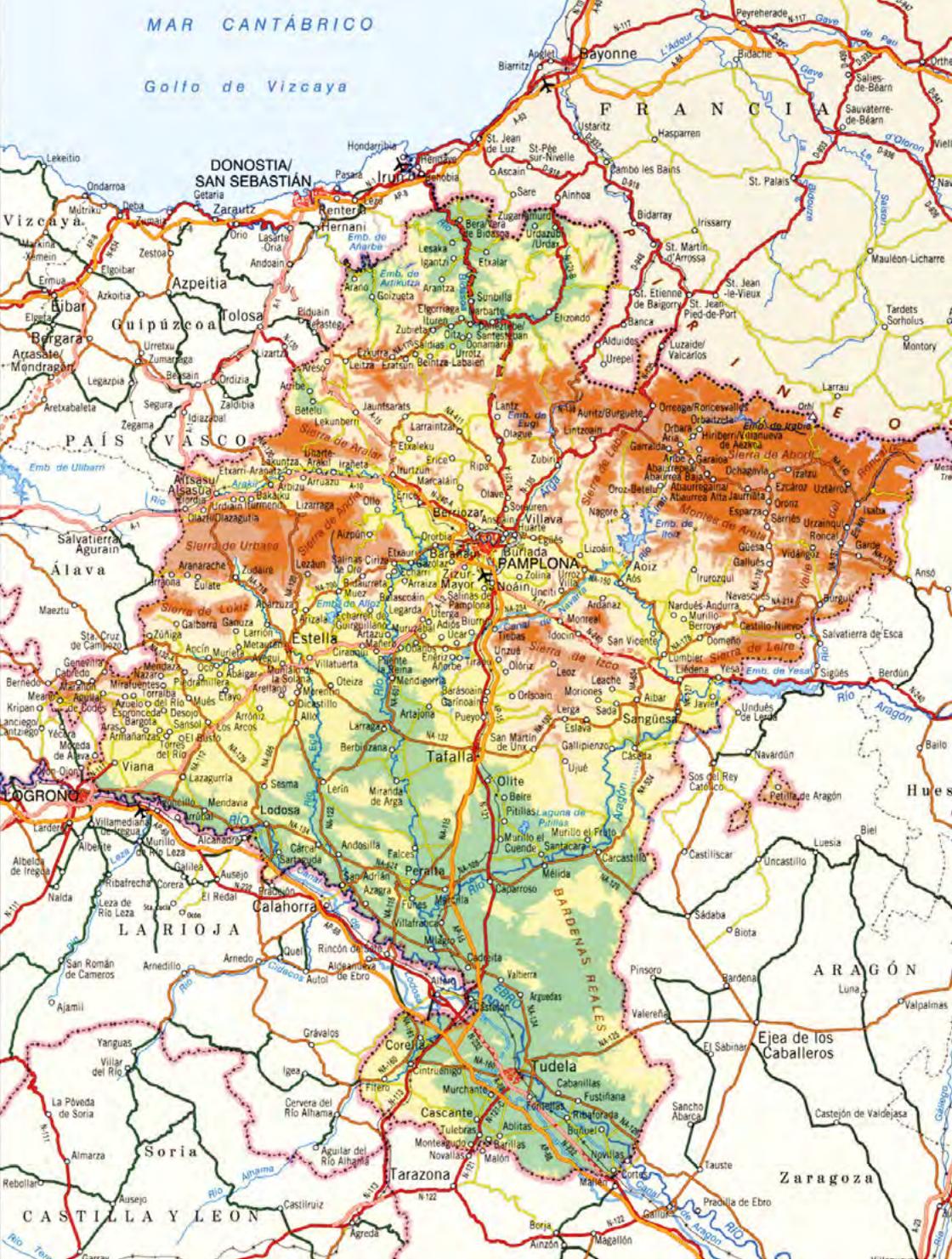
El Real Decreto 1545/2007 define el Sistema Cartográfico Nacional como un modelo de actuación y regula las actividades de recogida, almacenamiento, tratamiento y difusión de información geográfica sobre el territorio nacional y su mar territorial, la zona contigua, la plataforma continental y la zona económica exclusiva, realizada por las autoridades públicas.

El Sistema Cartográfico Nacional está constituido por los planes y programas de producción cartográfica oficial, por la toponimia oficial y normalizada, por la infraestructura de datos espaciales que se basan en información geográfica oficial, por los productos y servicios de información geográfica elaborados por las Administraciones públicas y por otros agentes públicos en las citadas materias, así como por las relaciones entre ellos.

Forman parte del Sistema Cartográfico Nacional:

- a) La Administración General del Estado y las entidades del sector público estatal con atribuciones en el tema.
- b) La Administración de las Comunidades Autónomas y las entidades del sector público autonómico con atribuciones en el tema, siempre que manifiesten su voluntad de integrarse en él.
- c) Las ciudades con Estatuto de Autonomía y demás entidades locales, siempre que manifiesten su voluntad de integrarse en él.

Se define también el Equipamiento Geográfico de Referencia Nacional, integrado por el Sistema de Referencia Geodésico; por el Sistema Oficial de Coordenadas; por la toponimia oficial recogida en el Nomenclátor Geográfico Básico de España; por las delimitaciones territoriales; y por el Inventario Nacional de Referencias Geográficas Municipales, responsabilizando a la Dirección General del Instituto Geográfico Nacional de su formación y control.



Cartografía elaborada por el Gobierno de Navarra

La Ley 7/1986, de Ordenación de la Cartografía, define al Consejo Superior Geográfico como el órgano superior, consultivo y de planificación del Estado en el ámbito de la cartografía, previendo la integración en el mismo de representantes de las distintas Administraciones públicas.

El Consejo Superior Geográfico tiene carácter colegiado, y depende del Ministerio de Fomento bajo la Presidencia del Subsecretario del departamento.

Su definición, composición y funciones se encuentran descritas en el Real Decreto 1545/2007, por el que se regula el Sistema Cartográfico Nacional.

Son órganos del Consejo Superior Geográfico:

- a) El Pleno
- b) La Comisión Permanente
- c) La Comisión Territorial
- d) Las Comisiones Especializadas
- e) La Secretaría Técnica

El Registro Central de Cartografía es un órgano administrativo adscrito al Ministerio de Fomento a través de la Dirección General del Instituto Geográfico Nacional. El Real Decreto 1545/2007 establece las funciones de este Registro en relación con:

- a) La inscripción de la Cartografía oficial
- b) La inscripción de las delimitaciones territoriales y sus variaciones
- c) La inscripción del Nomenclátor Geográfico Nacional
- d) La recopilación, normalización y difusión de la toponimia oficial.



Registro Cartográfico	[A rellenar por la Administración]		
Número de Registro	[A rellenar por la Administración]		
Fecha de recepción	[A rellenar por la Administración]		
Identificador Externo	[Identificador según especificaciones por INSPIRE]*		
Tipo de Recurso	(1) _____		
Cobertura	[Porcentaje registrado del recurso a inscribir]		
Material	(2) _____		
Dimensiones (cm)	----- X -----		
Carácter	<input type="radio"/> Oficial <input type="radio"/> No Oficial		
Tipo de cartografía	(3) _____		
Categoría de la información	<input type="radio"/> De Referencia** <input type="radio"/> No de referencia		
Clase	(4) _____		
Depósito Legal	_____	NIPO	_____
ISBN	_____	ISSN	_____
Sustituye a	[Identificador del fichero del que es actualización – dirección electrónica]		
Información del productor			
Nombre	_____	CIF	_____
Teléfono	_____	FAX	_____
Dirección	_____		
Provincia	_____		
Municipio	_____	Código Postal	_____
Título	[Nombre del ítem a registrar]		
Acrónimo	_____	Versión/Edición	_____
Tema INSPIRE	(5) _____	Forma de Presentación	(6) _____
Conformidad con especificaciones INSPIRE	<input type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No		

El uso de una toponimia normalizada es un elemento esencial en todas las publicaciones del Instituto Geográfico Nacional. Los dos pilares básicos en la normalización son las autoridades competentes para el establecimiento del nombre recomendado y la publicación de nomenclátors que recojan esas denominaciones.

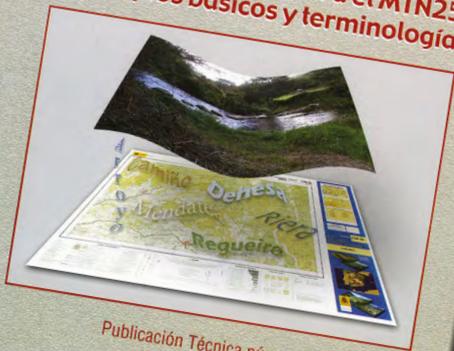
En España las autoridades para la normalización de la toponimia están compartidas entre el Estado y las Comunidades autónomas. Cuando no exista una autoridad expresa, el IGN asumirá la competencia como organismo de la Administración General del Estado con atribuciones en materia de cartografía y toponimia oficial. Como organismo coordinador ocupa un papel fundamental la Comisión Especializada en Nombres Geográficos (CENG), integrada en el Consejo Superior Geográfico. Es el órgano de estudio y propuesta que prepara las decisiones en toponimia de la Comisión Permanente y Pleno de dicho Consejo, según el Real Decreto 1545/2007 de 23 de noviembre, por el que se regula el Sistema Cartográfico Nacional. Su misión consiste en impulsar la normalización de los nombres geográficos en España, en coordinación con los organismos competentes del Estado y las Comunidades Autónomas; así como promover su conocimiento, uso normalizado y valor como patrimonio cultural por las diferentes Administraciones Públicas, entidades privadas y el resto de la sociedad.

Un nomenclátor geográfico es un catálogo ordenado de topónimos con información sobre su ubicación, el tipo de entidad geográfica y cualquier otra información descriptiva o definidora de cada topónimo. La realización de catálogos ordenados de topónimos, para uso nacional e internacional, son imprescindibles para conseguir la normalización de la toponimia.

El Instituto Geográfico Nacional (IGN) es el organismo de la Administración General del Estado encargado de la formación y aprobación del Nomenclátor Geográfico Básico de España (NGBE), que debe incluir las denominaciones oficiales (publicadas en boletines oficiales) y las normalizadas, georreferenciadas sobre cartografía topográfica a escala 1:25.000 y escalas menores. El NGBE está disponible en el Centro de Descargas del Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG): <http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/index.jsp>

Para conocer más acerca de la toponimia normalizada se pueden consultar las publicaciones: *Toponimia: Normas para el MTN25. Conceptos básicos y terminología*, así como *las Directrices toponímicas de uso internacional para editores de mapas y otras publicaciones*, disponibles en la web del IGN: <http://www.ign.es/web/ign/portal/publicaciones-boletines-y-libros-digitales>

Toponimia: Normas para el MTN25. Conceptos básicos y terminología



Publicación Técnica núm. 42

DIRECTRICES TOPONÍMICAS
DE USO INTERNACIONAL PARA EDITORES
DE MAPAS Y OTRAS PUBLICACIONES
ESPAÑA



DIRECCIÓN GENERAL DE INSTITUTOS GEOGRÁFICOS NACIONALES
CENTRO NACIONAL DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Nomenclátor Geográfico Básico de España

Descripción: relación de topónimos del NGBE.

SGR: ETRS89 en la Península, Islas Baleares, Ceuta y Melilla, y REGCAN95 en las Islas Canarias (ambos sistemas compatibles con WGS84).
Coordenadas longitud y latitud y UTM en su huso correspondiente.

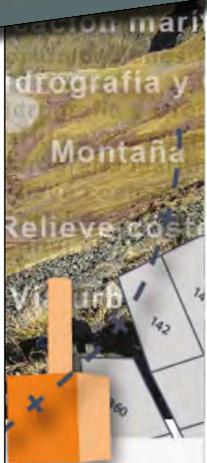
Ud. descarga: toda España

Formato: .accdb de Access

[Ver +](#)

Base de datos con la relación de topónimos con sus correspondientes coordenadas y resto de atributos que constituye el Nomenclátor Geográfico Básico de España.

[Metadatos](#)





Sección III
El lenguaje cartográfico

Al observar o estudiar un mapa comprobamos la existencia de numerosos signos y símbolos. Es la manera que tiene el cartógrafo para representar algo que existe en el terreno y que de alguna forma ha de tener su reflejo en el mapa. Podríamos decir que estos signos y símbolos actúan como el lenguaje del cartógrafo, es su medio de expresión.

A veces, cuando la importancia de lo que queremos representar es destacable, junto a su representación se incluye una pequeña referencia para permitir su rápida identificación. Esto es lo que sucede en las ilustraciones de la página de la derecha con el conjunto arqueológico de la ciudad de Mérida, el Monasterio de San Lorenzo de El Escorial o el Conjunto Arqueológico de Medina Azahara.

En algunas ocasiones, aquellos objetos que queremos representar no presentan una importancia como los citados, y si se representaran rigurosamente a escala, muchos resultarían microscópicos; por tanto se recurre a un símbolo convencional para representarlos.

Un símbolo es bueno, es útil cuando puede reconocerse sin necesidad de rotulación alguna, y puede recordar por sí mismo el detalle que representa, por el uso continuado durante muchos años.

Al emplear los símbolos, se comete el error de utilizar los de mapas a gran escala en los de escala pequeña, quedando estos sobrecargados y difusos.

En cuanto a su representación en el mapa, convencionalmente la práctica cartográfica ha adoptado el siguiente código:

- Color rojo: para todo lo que signifique obra de fábrica.
- Color siena: para todo lo que signifique movimiento de tierras.
- Color azul: para todo lo que signifique hidrografía y obra hidráulica.
- Color verde: para todo lo que signifique elemento vegetal.
- Color negro: para todo lo que signifique elemento industrial o administrativo.

Una de las dificultades del cartógrafo es la representación del terreno con sus formas: montañas, valles, llanuras, etc. En épocas pasadas, a veces, se dibujaba el perfil de las montañas, más o menos artísticamente, tal como se podía ver desde lejos. Pero esa manera de representación no daba una idea siquiera aproximada de la realidad. No se conservaban las escalas, no se podían medir altitudes, no se podía conocer qué era lo que había al otro lado de la montaña, etcétera.

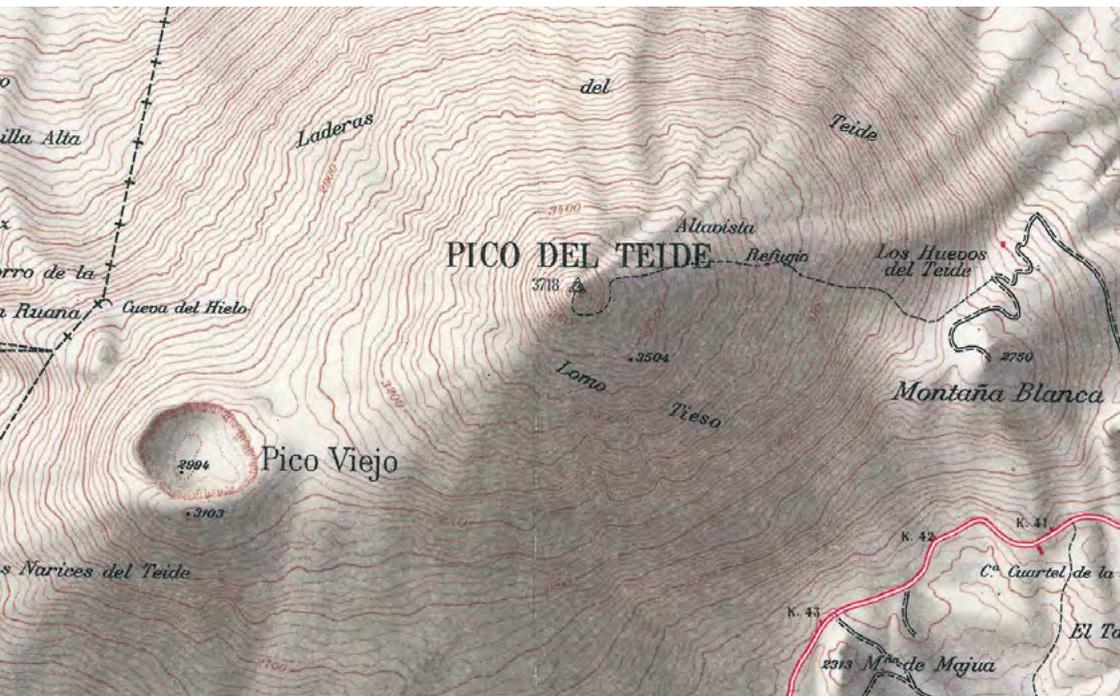
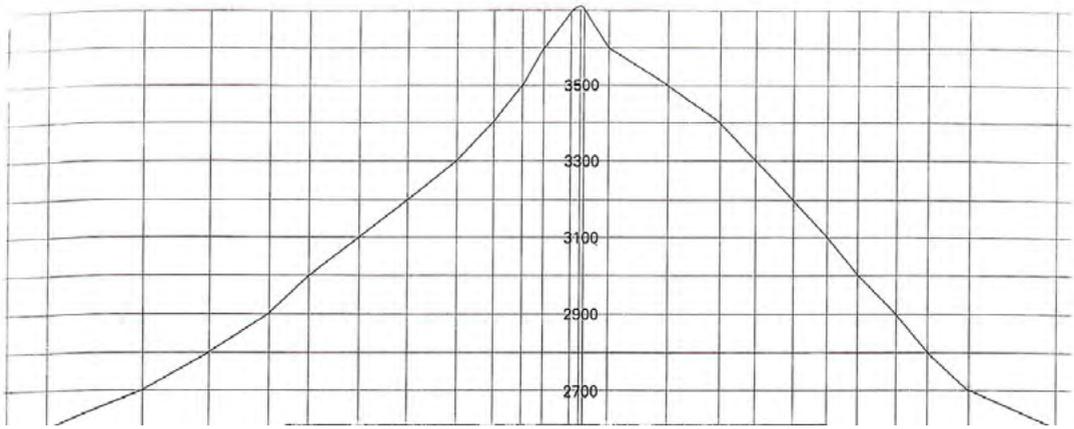
Por todo ello, en la cartografía moderna, para representar la orografía se recurre a las curvas de nivel, que son las líneas formadas por los puntos del terreno que tienen una misma altura en relación con un origen de referencia. En la España peninsular este origen, nivel cero, se fija en el nivel medio del mar en Alicante.

La equidistancia o separación entre dos curvas de nivel consecutivas depende de la escala del mapa, de la importancia del relieve y de la precisión del levantamiento.

En el Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000 la equidistancia entre curvas de nivel es de 20 metros. En la escala 1:25.000 la equidistancia es de 10 metros y en zonas muy llanas se llega a representar las curvas de nivel cada 5 metros. En ambos casos cada cinco curvas de nivel se traza una más gruesa (curvas maestras o directoras) para facilitar la interpretación y lectura del mapa y seguir con facilidad las formas del terreno. Las curvas de nivel se numeran, rotulándolas con las cifras indicativas de sus cotas en el mismo color si en (marrón) en que se representan las curvas de nivel facilitando la interpretación del relieve.

En los puntos característicos del terreno, bien porque se trate de cumbres y picos montañosos, o en otros puntos que sea conveniente identificar, tales como cruces de caminos, etc., también se rotula su cota (altura en metros sobre el nivel de referencia), pero en color negro.

Perfil sobre el paralelo que pasa por el Pico del Teide, escala vertical 1:20.000.
La escala vertical se ha ampliado por 2,5 veces para destacar el perfil.
Foto del Parque Nacional del Teide. Fragmento del MTN a escala 50.000,
número 1.110, Guía de Isora



A partir de las curvas de nivel podemos conocer la situación de las zonas montañosas, su configuración y sus elevaciones o cotas sobre el nivel del mar. Pero si deseamos recorrer una zona del terreno es interesante, antes de iniciar la excursión o el itinerario, saber si las pendientes con que nos vamos a encontrar son suaves o son fuertes, son fácilmente accesibles o difíciles.

Cuando viajamos por carretera, en zonas montañosas, habremos visto algunas veces unas señales de tráfico que indican, por ejemplo, 10%, esto significa que por cada 100 metros que recorremos hemos ascendido o descendido, según sea la dirección de la marcha, 10 metros.

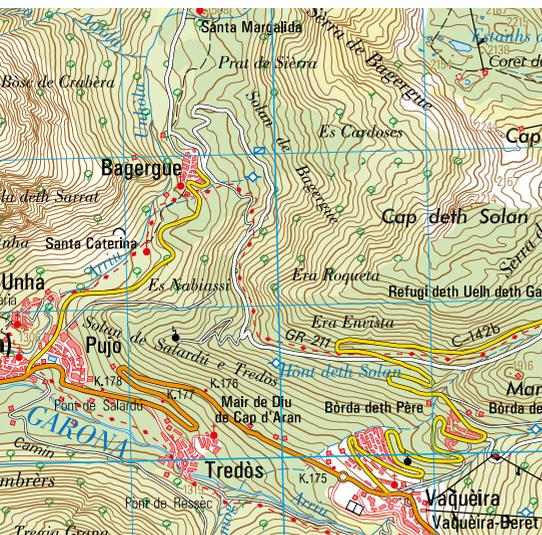
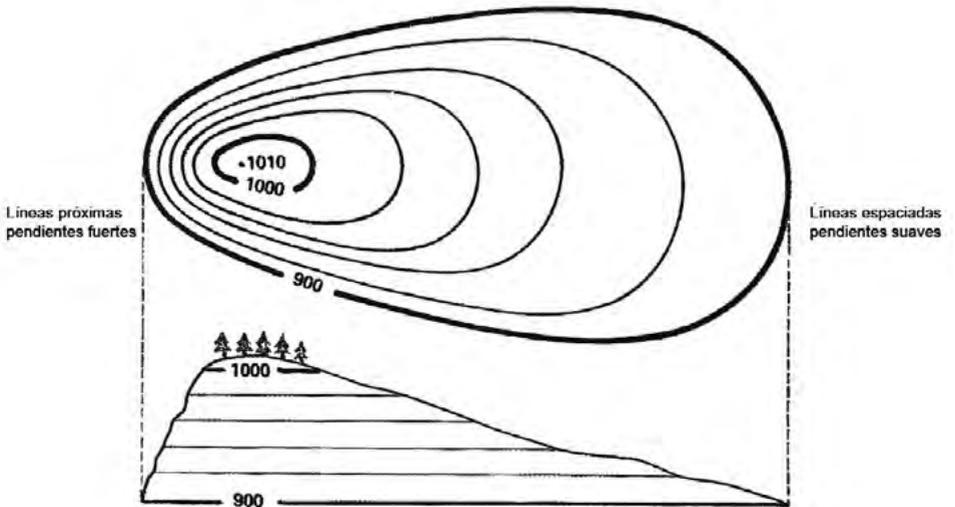
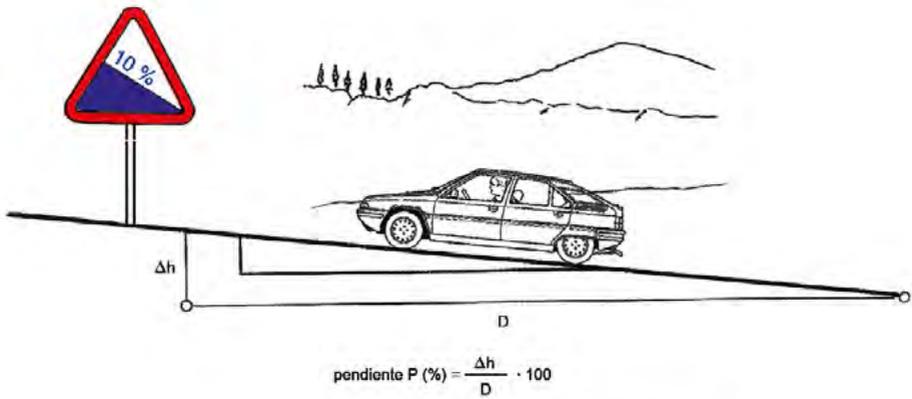
La pendiente de una carretera o de un camino puede calcularse fácilmente dividiendo la diferencia de altura entre dos puntos determinados (Δh) por la distancia entre ellos (D).

En una zona del mapa donde las curvas de nivel están muy próximas, las pendientes serán muy fuertes; mientras que en aquellas zonas donde las curvas de nivel se representan muy separadas, las características del terreno corresponden a pendientes muy suaves.

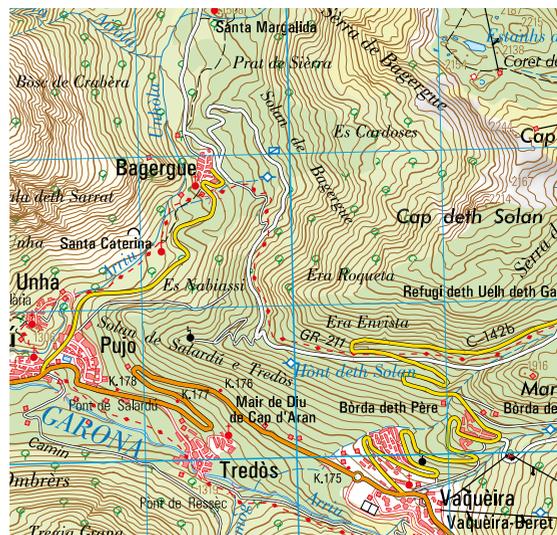
A veces para dar en el mapa una sensación de relieve que permita al usuario hacerse una idea de cómo es el terreno, se recurre a la técnica del sombreado. El mapa presenta una percepción visual como si se tratase de la fotografía de una maqueta iluminada oblicuamente con el foco luminoso situado hacia el Noroeste. En las primeras ediciones de los mapas el trabajo del sombreado técnicamente era una aguada con distintas densidades de tinta china, aunque también podía utilizarse el aerógrafo y en la impresión se utilizaban dos tintas: gris y violeta.

Las nuevas técnicas han posibilitado realizar el sombreado por procedimientos informáticos. Evidentemente lo que se gana en rapidez, se pierde en calidad estética (aunque se va mejorando paulatinamente), que es lo que percibe el usuario del mapa.

Esta técnica es utilizada por el Instituto Geográfico Nacional en algunas hojas del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000 y en las series de Conjuntos Provinciales 1:200.000, conjuntos regionales y mapas de pequeñas escalas entre 1:500.000 y 1:2.500.000.



Sin sombreado



Con sombreado

Las curvas de nivel generalmente se refieren al relieve terrestre (altimetría), pero también pueden referirse al relieve existente bajo el nivel del mar, ríos y lagos (batimetría).

En las primeras ediciones del Mapa Topográfico Nacional 1:50.000, por ejemplo, se representaba solamente la línea de costa, obviando cualquier dato altimétrico y planimétrico en la zona marina.

Para evitar dejar esta zona en color blanco o azul a veces se dibujaban una serie de líneas paralelas a la de la costa («dibujo de aguas»), para mejorar la estética del mapa.

Actualmente se tiende a dibujar las curvas batimétricas, en un intento de mejorar la información que se presta al usuario.

El problema más importante es la determinación de la línea de costa real (curva de cota cero), que rara vez coincide con la separación entre tierra y mar, ya que esta frontera varía continuamente como consecuencia de mareas, oleajes...

Se hace preciso, pues, definir la línea de máxima pleamar y la línea de máxima bajamar. La anchura de esta zona, sumergida o no según el momento, depende de la pendiente de la zona litoral y de la magnitud de las mareas.

Llega a definirse incluso una zona marítimo-terrestre, de dominio público estatal en virtud de lo dispuesto en el artículo 132.2 de nuestra Constitución, comprendida entre la línea de bajamar escorada o máxima viva equinoccial, y el límite hasta donde alcanzan las olas en los mayores temporales conocidos o, cuando lo supere, el de la línea de pleamar máxima viva equinoccial.

A partir de una «línea de base» (que no es siempre coincidente con la de máxima bajamar) se extiende el mar territorial o aguas jurisdiccionales españolas con una anchura de 12 millas náuticas o marítimas.

En España, la Ley 7/1986 de Ordenación de la Cartografía señala que es competencia de la Administración del Estado, a través del Instituto Hidrográfico de la Marina (con sede en Cádiz), la formación y conservación de la cartografía náutica básica y que es al Ministerio de Defensa a quien compete establecer la Norma cartográfica en el caso de la Cartografía Náutica.

En las primeras ediciones del Mapa Topográfico Nacional, a escalas 1:50.000 y 1:25.000, tradicionalmente se utilizaban dos tonos de azul:

- Un azul de línea para la representación de los elementos hidrográficos y la información toponímica.
- Un azul de masa para la representación de las propias masas de agua tales como el mar, los embalses, los ríos de una anchura considerable, etc.

Con las nuevas tecnologías digitales y la impresión en cuatricromía, el color azul es único.

En la página de la derecha hemos incluido dos representaciones de un mismo territorio, tomados del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000, en dos momentos diferentes.

La imagen de la parte superior procede de la hoja número 236, Astudillo, 2. edición, 1972, y se refiere a la zona palentina de Tierra de Campos, atravesada por el Canal de Castilla y por toda una amplia red de canales y acequias destinadas al regadío agrícola. El Canal de Castilla es una vía navegable, aunque hoy haya perdido en gran parte su importancia comercial de antaño, construida para acercar la meseta castellana a los puertos del Cantábrico, facilitando así el comercio del trigo y de la lana con los puertos del norte de Europa. Junto al Canal de Castilla también aparece el río Ucieza.

Podemos observar cómo en las redes fluviales artificiales se representa el sentido de los cursos de agua por medio de puntas de flechas indicadoras. En los cursos naturales la observación de las curvas de nivel proporciona una inmediata respuesta a esta cuestión.

La imagen de la parte inferior procede de la hoja número 236, Astudillo, serie digital, 1ª edición, 2006, y se refiere al mismo territorio, con treinta y cuatro años de diferencia. Resulta interesante poder apreciar la metamorfosis habida en la zona y también el nuevo sistema de representación empleado. Obsérvese que en las nuevas series se han suprimido las puntas de flechas indicadoras de los cursos de agua. También se puede observar la representación de los nuevos cultivos en regadío (color verde, rayado) no existentes en la representación anterior.

En la página de la derecha hemos incluido dos representaciones, de un mismo territorio, tomados del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000, en dos momentos diferentes. El primero está impreso por el sistema antiguo (colores planos) y el segundo por el sistema actual (cuatricromía: cian, magenta, amarillo y negro).

La imagen superior es un fragmento de la hoja número 2, Cillero, 2ª edición, 1976, y se refiere a la costa gallega del Cantábrico en la zona de Santa Marta (Ortigueira). En esta zona, la bajamar, la línea de mínimo nivel oceánico o de marea baja, difiere apreciablemente de la pleamar, línea de máximo nivel oceánico o de marea alta. ¿Cuál es la verdadera línea de costa? Aquí se han representado las dos posiciones de esta línea de costa, con el espacio intermedio coloreado en siena (1), como corresponde a una zona arenosa del litoral, cubierta por las aguas la mitad del tiempo.

La imagen inferior es un fragmento de la hoja número 2, que ahora se denomina Celeiro, (en función del mayor número de habitantes), serie digital, 1ª edición, 2003, y se refiere al mismo territorio, con veintisiete años de diferencia. Se puede apreciar la metamorfosis habida en la zona y también el nuevo sistema de representación empleado.

Entre otros cambios notables, podemos ver una nueva configuración de la ría de Ladrado (1); la illa de San Vicente (2) hay momentos en que está unida al territorio continental (representada por un color rosado); el banco de arena que se encontraba al suroeste de dicha isla ha desaparecido (3).

Todo ello nos pone de manifiesto que los mapas no son perdurables en el tiempo, y que a través de ellos podemos conocer cómo se ha producido la evolución geográfica y morfológica del territorio.

En la cartografía del Instituto Geográfico Nacional se tiene especial cuidado en la representación de los elementos urbanos. Así, los núcleos de población procuran detallarse al máximo, manteniendo en lo posible la estructura viaria principal de cada población. Y esto se hace así en el Mapa Topográfico Nacional a escalas 1:50.000 y 1:25.000, y también en la serie de Conjuntos Provinciales a escala 1:200.000 y en los Conjuntos Regionales.

Solamente se efectúa un proceso de generalización (poligonación y zonificación) en mapas a partir de la escala 1:500.000, donde ya resulta materialmente imposible mantener el desarrollo de una estructura urbana. Pero en estos casos, siempre que es posible se mantienen las vías principales de acceso al casco urbano.

Así, por ejemplo, una calle de 25 metros según la escala de representación aparecería en diferentes dimensiones:

En escala 1: 25.000 se representaría por un milímetro.

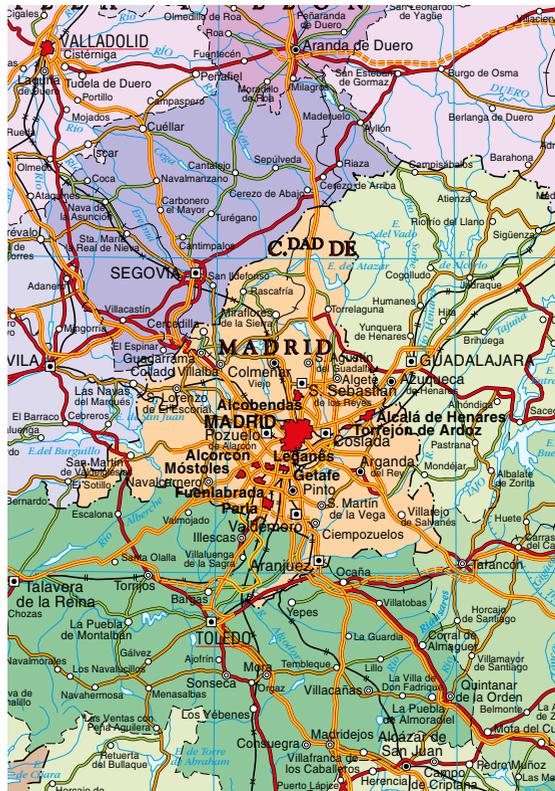
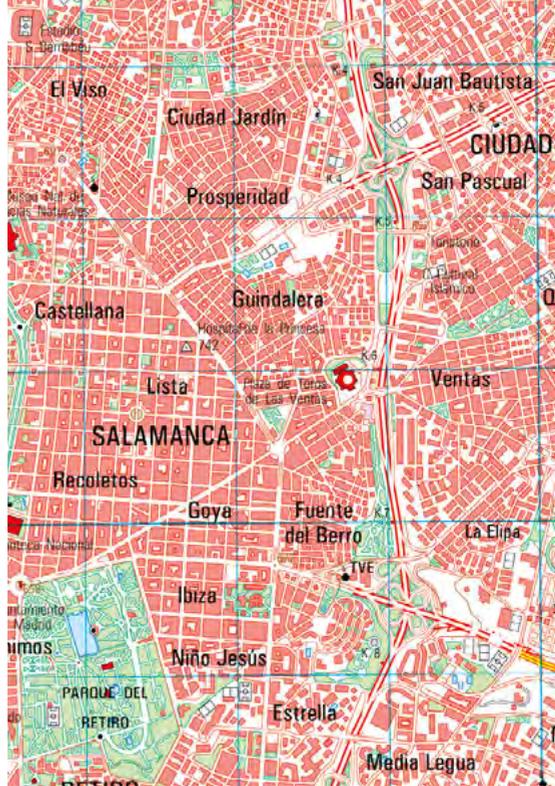
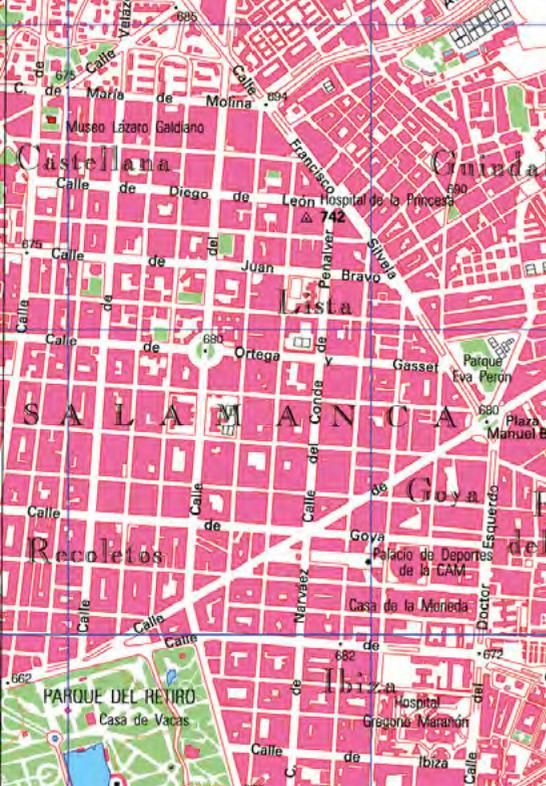
En escala 1: 50.000 se representaría por 0,5 milímetros.

En escala 1:200.000 se representaría por 0,125 milímetros.

Como materialmente no resulta posible representar anchos de calles tan reducidos, en la escala 1:200.000 se procede, núcleo a núcleo, a una reelaboración del casco urbano a partir de una estructura urbana en la que la red viaria principal ha sido «distorsionada», dándole una anchura que permita su representación en el mapa, suprimiendo viales de orden inferior, ajustando posteriormente las manzanas de casas a los espacios disponibles entre viales. En cartografía estas operaciones se denominan «generalización».

En los planos de poblaciones a gran escala (menores de 1:20.000) se puede representar cada edificación separadamente e indicar su cometido o destino en función del color o de una simbología determinada.

En los mapas a pequeñas escalas (mayores de 1:1.000.000) se utiliza un sistema de símbolos convencionales, generalmente una serie de pequeños círculos o cuadrados, por ejemplo, en función del número de habitantes.



Cuando examinamos una hoja del Mapa Topográfico Nacional, a escala 1:50.000 o 1:25.000, podemos apreciar numerosas líneas: simples y dobles, continuas y discontinuas, en colores negro, rojo, verde, amarillo... Están indicando la existencia de vías de comunicación: ferrocarriles, autovías, carreteras, caminos, sendas, etcétera.

En la página de la derecha se incluye un fragmento de la hoja núm. 346, Aranda de Duero, del Mapa Topográfico Nacional, a escala 1:50.000, serie digital, 1ª edición, 2003, en la parte inferior de la misma aparece la leyenda con los símbolos correspondientes a las vías de comunicación, que completan la información y ayudan a su fácil comprensión.

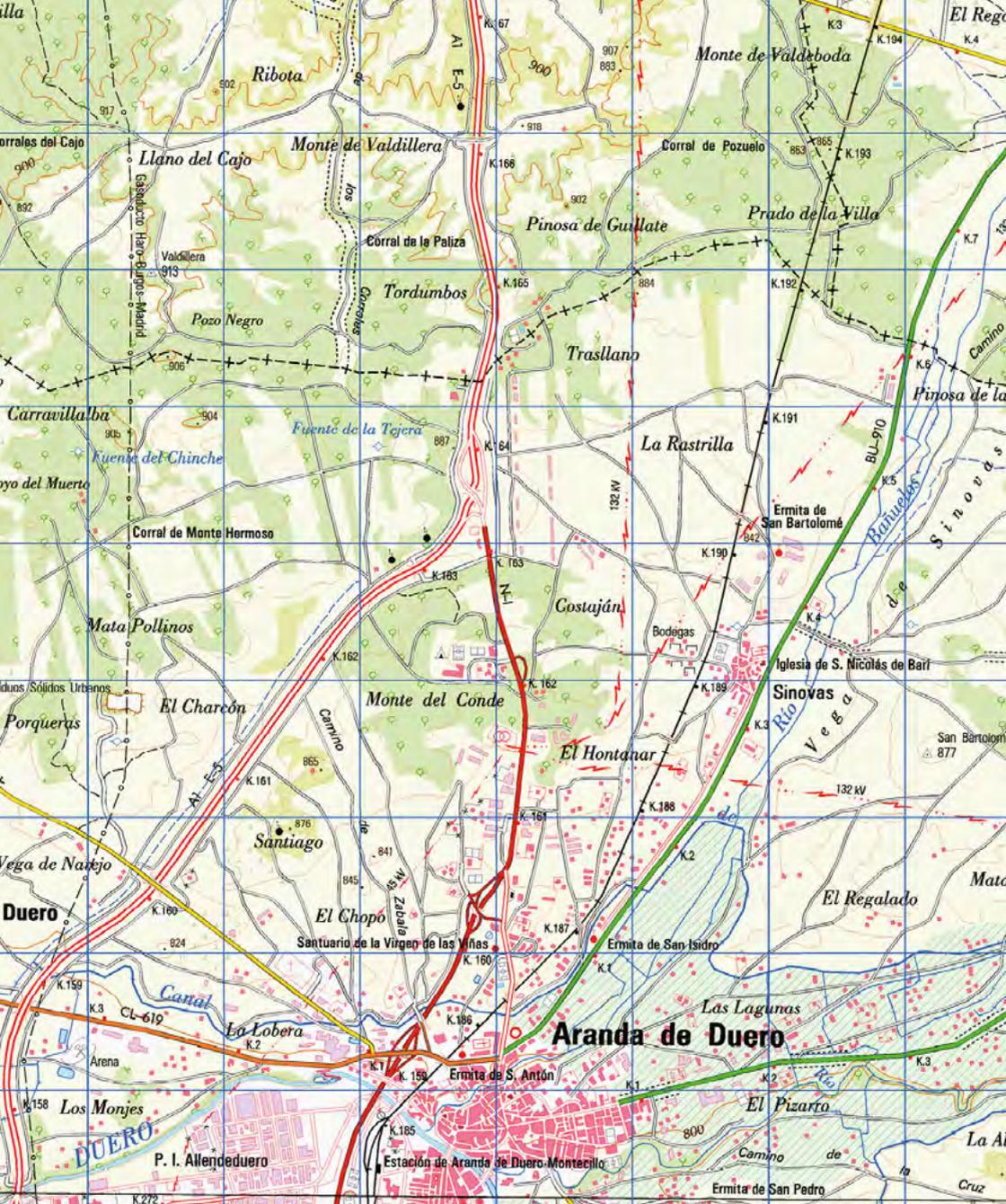
Los ferrocarriles aparecen representados por líneas de color negro, con un trazo indican vía única y con doble trazo indican vía doble. Cuando el ferrocarril está electrificado se superpone un aspa. A lo largo del itinerario pueden aparecer zonas de terraplén y de desmante. Las estaciones y apeaderos tienen su signo convencional característico, un pequeño rectángulo en color negro. También tienen su representación en el mapa los túneles y los puntos kilométricos del itinerario.

Las autopistas y autovías se representan con tres líneas paralelas de color rojo, con fondo amarillo en el caso de las autopistas. El resto de las carreteras se representan con doble línea de color negro, con fondo rojo (carretera nacional), siena-naranja (autonómica de primer orden), verde (autonómica de segundo orden), amarillo (autonómicas de tercer orden y otras).

Si los trazos están representados intermitentemente, corresponden a carreteras en fase de proyecto o construcción.

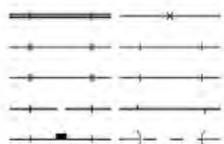
También tienen su representación los pasos superiores e inferiores y los enlaces de carreteras.

Finalmente señalamos que los caminos carreteros, las sendas y las vías pecuarias también aparecen representadas en las hojas del Mapa Topográfico Nacional con sus correspondientes símbolos característicos y en color negro.



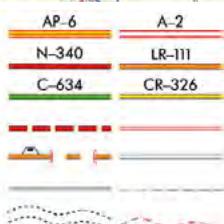
FERROCARRILES:

- Vía ancho internacional Electricificado.
- Vía ancho normal: doble, sencilla.
- Vía estrecha: doble, sencilla.
- En construcción. Abandonada.
- Estación. Túnel.



CARRETERAS:

- Autopista, Autovía.
- Nacional, Autonómica 1º orden.
- Autonómicas 2º orden, 3º orden y otras.
- En construcción. Vial de Urbanización.
- Estación de servicio. Túnel. Pista.
- Camino. Senda.
- Vía pecuaria. Sendero de Gran Recorrido.



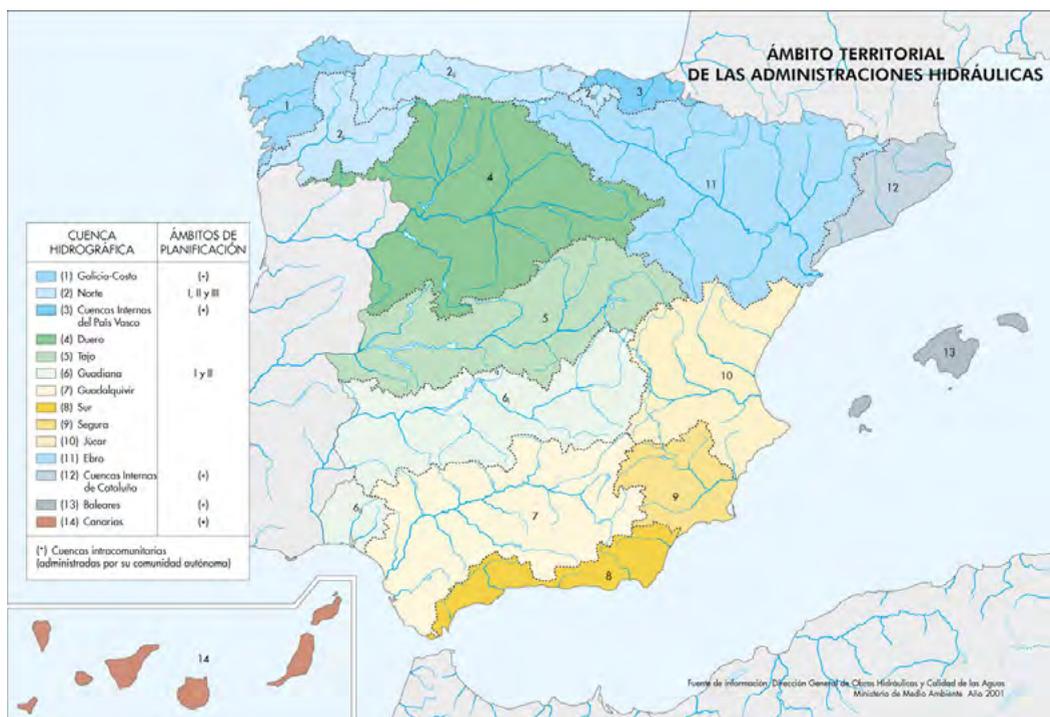
La representación en un mapa de las diferentes divisiones administrativas de un país es de gran importancia e interés, pues son muchas las acciones que de ellas dependen y muchos los intereses sociales, económicos y culturales a los que afecta.

La actual organización administrativa de España divide el territorio en 17 comunidades autónomas y dos ciudades autónomas. Cada comunidad autónoma está formada por una o varias provincias hasta un total de 50; a su vez cada provincia está dividida en un número variable de municipios (8124 a finales de 2018) que son las entidades territoriales básicas en la organización territorial de España.

Esta información se puede representar en un mapa mediante símbolos de líneas destacadas. En el ejemplo del fragmento del Mapa de España a escala 1:1.250.000 aparece la línea límite de nación con Portugal, la línea límite que separa las comunidades autónomas de Andalucía y Extremadura; la línea límite que separa las provincias de Sevilla y Huelva y la línea límite del Parque Nacional de Doñana.

Aunque las divisiones territoriales antes mencionadas son las más importantes, no debemos olvidar otras divisiones representadas en los mapas, como las utilizadas en la división de Partidos Judiciales, a los que pertenecen varios municipios; las demarcaciones de las cuencas hidrográficas, como se aprecia en el mapa del Ámbito territorial de las Administraciones Hidráulicas, etcétera.

Imagen superior: fragmento del mapa Península Ibérica, Baleares y Canarias a escala 1:1.250.000 y leyenda de los límites administrativos. Imagen inferior: mapa de las cuencas hidrográficas del Atlas Nacional de España

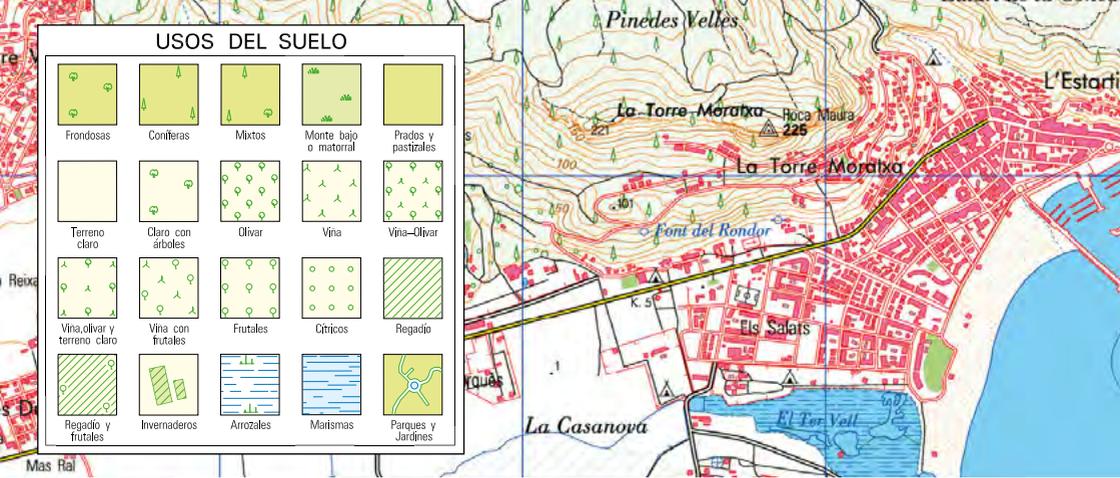


En las técnicas cartográficas dependiendo del fin al que está dirigido un mapa, se elegirán unos u otros símbolos. La representación en un mapa de los diferentes usos o aprovechamientos del suelo, está muy condicionada por el territorio representado limitado por la escala y por el fin del mapa, no se trata igual la información de usos del suelo en un mapa topográfico que en un mapa forestal.

Por ejemplo, la representación de un área de regadío o incluso la clasificación del tipo de árbol (olivo, viña, coníferas), no tiene el mismo tratamiento en un mapa provincial a escala 1: 200.000 que en un mapa Topográfico Nacional a escala 1:25.000 de la misma zona, la información de detalle que puede representarse en un mapa a escala 1:25.000, es sustituida en el de menor escala por un símbolo más generalizado, como ejemplos las imágenes de los fragmentos de los mapas de la página de la derecha. En algunos casos, la escala menor exige una generalización del símbolo para hacerlo comprensible, porque de lo contrario el exceso de información empastaría el mapa y haría difícil la interpretación de los elementos representados.

Es importante destacar la relación de semejanza o parecido entre el símbolo convencional utilizado, y el elemento representado ya que facilita su interpretación. El color verde combinado con el símbolo nos permite a su vez una clara interpretación de la superficie vegetal representada.

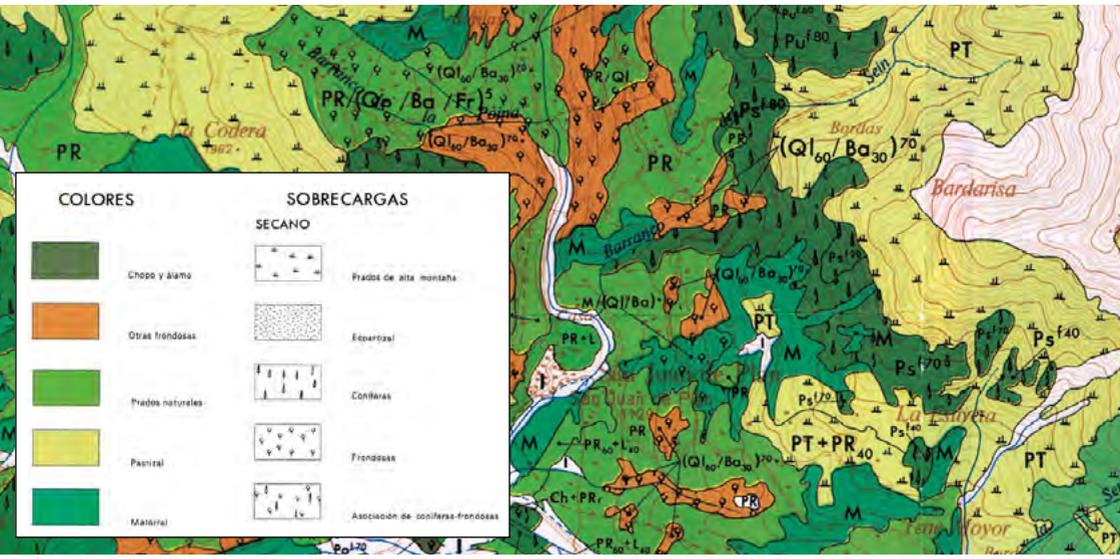
En relación con el objetivo final de un determinado mapa, debemos destacar que no se ofrece la misma información de usos del suelo en un Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000, donde la información referida a la vegetación es complementaria, a diferencia de la que se presenta en un Mapa de cultivos y aprovechamientos a escala 1:50.000, donde el objetivo principal del mapa es inventariar y destacar la vegetación predominante en ese territorio, teniendo prioridad cartográfica el contenido de los montes y quedando como complementaria la información relacionada con la vías de comunicación, cascos urbanos cercanos... etcétera.



Fragmento de una hoja del Mapa Topográfico Nacional escala 1:25.000 y leyenda de usos del suelo



Fragmento de una hoja del Mapa Provincial escala 1:200.000 y leyenda de usos del suelo



Fragmento de una hoja del Mapa de cultivos y aprovechamientos a escala 1:50.000

La recogida de información toponímica de un mapa y su rotulación constituyen uno de los problemas más delicados del proceso de producción cartográfica.

La recogida de la información toponímica ha de ser realizada por personal especializado sobre el propio terreno, y de todos es conocido el acuciante problema de despoblación que está sufriendo el medio rural español. En poco tiempo se han ido despoblando las zonas más agrestes y pobres, y el acervo toponímico de grandes áreas del Estado español está en serio peligro de perderse para siempre.

Por otra parte, existe el problema de los topónimos de procedencia extranjera. En España, siempre que es posible, se adoptan los endónimos (nombres en español). Por ejemplo, el río Danubio se rotula así y no Donau (Alemania y Austria), ni Duna (Hungría), ni Dunav (Bulgaria), ni Dunarea (Rumania); la ciudad de Oporto y no Porto en portugués; el país Alemania y no Deutschland en alemán, etc.

Cuando el topónimo procede de alfabetos con caracteres no latinos (ruso, árabe...) se utiliza el método de la transliteración, y cuando procede de idiomas no alfabéticos (chino, japonés...) hay que acudir a procedimientos de transcripción fonética.

La Constitución española y los diversos Estatutos de Autonomía han reconocido el hecho de la diversidad de idiomas en el Estado Español. Esta realidad ha de ser tenida en cuenta en las nuevas ediciones de la cartografía nacional.

Así, deben de figurar nuevos topónimos de municipios, tales como:

- Galicia: Pontedeume (Puentedeume). Xermade (Germade)...
- País Vasco: Arrasate (Mondragón), Agurain (Salvatierra)...
- Cataluña: Girona (Gerona), Lleida (Lérida)...
- Baleares: Eivissa (Ibiza), Pollença (Pollensa)...
- Comunidad Valenciana: Carcaixent (Carcagente), Xàtiva (Játiva)...

Y también otros genéricos rotulados en las respectivas lenguas vernáculas.



Un mapa, independientemente de la escala a la que esté representado, debe proporcionar al usuario cuanta información le pueda ser de utilidad, no solamente a efectos informativos o de cultura general, sino también prácticos.

A partir de los signos convencionales podemos comprender e interpretar cualitativamente un mapa, distinguiendo e identificando los diferentes tipos de viales (carreteras y ferrocarriles) y sus características; los diversos tipos de límites en las divisiones administrativas; lo que significa un signo convencional específico, (canteras, minas, castillos, manantiales, líneas eléctricas, faros, molinos, vértices geodésicos, alambradas...)

Según los topónimos que aparecen en la referencia marginal, podemos conocer en que lengua oficial está rotulado el mapa.

A partir de los códigos correspondientes a los diferentes usos del suelo entenderemos mejor el paisaje físico representado en el mapa, complementando la información altimétrica que nos proporcionará una idea sobre la orografía.

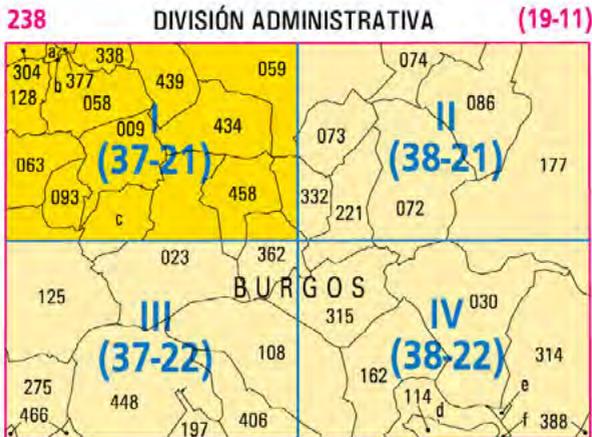
Es importante que un mapa lleve la escala a la que está realizado, numérica y gráfica, porque nos permitirá efectuar medidas y calcular distancias.

En las hojas del Mapa Topográfico Nacional, a escalas 1:25.000 y 1:50.000, se incluyen los datos de la declinación en el centro de la hoja, y de su variación anual, además de un gráfico con las direcciones del Norte Geográfico (NG) y del Norte Magnético (NM).

Asimismo en la carátula o portadilla, que son la parte vista del mapa una vez plegado, en color azul para el 1:25.000 y en color rojo para el 1:50.000, se incluyen gráficos de distribución de hojas identificando las ocho contiguas; gráficos de división administrativa; listados de términos municipales que aparecen en la hoja; y división y nomenclatura de los cuatro cuartos de la hoja (en el 1:25.000), todo ello con el fin de facilitar al usuario el identificar fácilmente aquello que busca o que pueda ser de su interés.

MAPA TOPOGRÁFICO NACIONAL

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS A ESCALA 1:50.000



1 : 25.000



Elipsoide SGR80. Proyección UTM. Datum ETRS89. Las longitudes están referidas al meridiano de Greenwich.

Las altitudes se refieren al nivel medio del Mediterráneo en Alicante. Mareógrafo del IGN. Equidistancia de las curvas de nivel 10 metros.

Las coordenadas en azul oscuro corresponden a la cuadrícula kilométrica UTM ETRS89

Las coordenadas en azul claro corresponden a la cuadrícula kilométrica UTM ED50

Imagen de referencia para ocupación del suelo: 2005.

DATOS PARA EL CENTRO DE LA HOJA

Valor medio de la declinación magnética para el

1 de Enero de 2015 $\delta = 1^{\circ}16'$ Oeste

La declinación disminuye cada año 7,8"

Huso 30. Convergencia de la cuadrícula $\omega = -0^{\circ}31'07''$

Factor de escala = 0,999649



En esta publicación se ha utilizado papel libre de cloro, de acuerdo con los criterios medioambientales de la contratación pública.

Agradecemos al público usuario la colaboración en la localización de posibles errores y omisiones.

Reservados todos los derechos que marca la Ley. Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización expresa.

© INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL. Sub. Gral. de Geodesia y Cartografía, C/ General Ibáñez de Ibero, 3, 28003 Madrid.



Sección IV
Tipos de mapas

La cartografía es el conjunto de estudios teóricos y de operaciones científicas, técnicas y artísticas para la elaboración de mapas, planos y otros modos de expresión obtenidos a partir de los resultados de observaciones directas o de la exploración y análisis de documentos.

Según la Asociación Cartográfica Internacional un mapa es «la representación convencional gráfica de fenómenos concretos o abstractos, localizados en la Tierra o en cualquier parte del Universo».

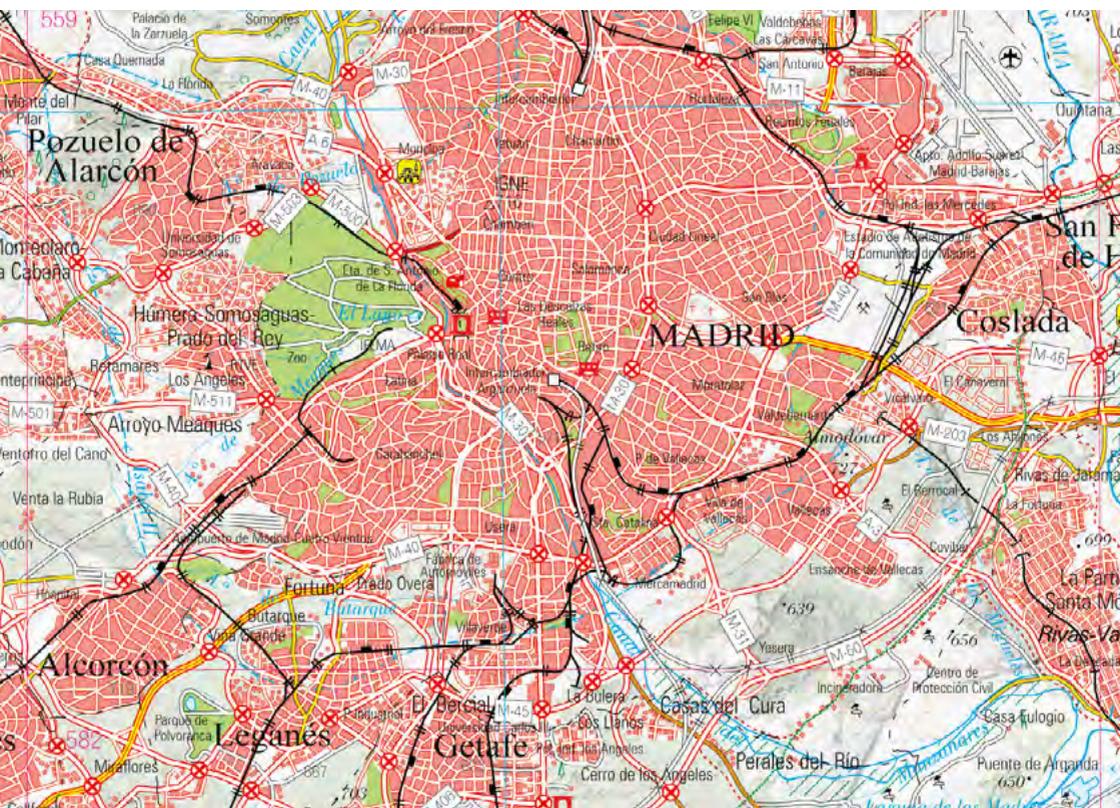
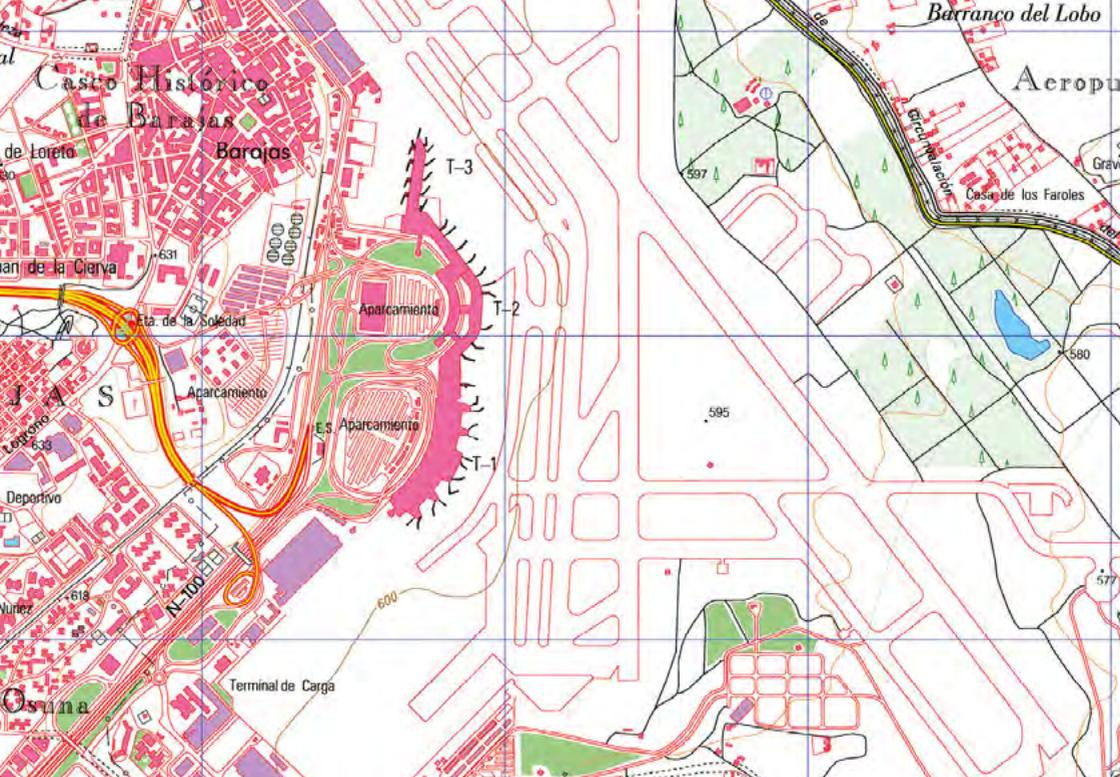
De forma general, los mapas se pueden clasificar desde dos puntos de vista: según el procedimiento de trabajo pueden ser mapas básicos o derivados y según el propósito para el que ha sido creado tendremos mapas topográficos o mapas temáticos.

En España la realización de la cartografía oficial del Estado está regulada por la Ley 7/1986, de ordenación de la cartografía, en sus artículos destaca que tendrá carácter de cartografía oficial la realizada por las Administraciones Públicas bajo su dirección o control según esta normativa y esta cartografía oficial se clasifica en básica, derivada y temática.

La cartografía básica cualquiera que sea la escala de su levantamiento, es aquella que se realiza de acuerdo con una norma cartográfica establecida, y se obtiene por procesos directos de observación y medición de la superficie terrestre. Ejemplo, el Mapa Topográfico Nacional a escalas 1:25.000 imagen superior de la página de la derecha.

La cartografía derivada es la que se forma por procesos de adición o generalización de la información topográfica contenida en la cartografía básica preexistente; en el caso de la cartografía oficial en España, tenemos, por ejemplo, los mapas provinciales a escala 1:200.000. En la imagen superior se muestra un fragmento de la hoja 559-II del MTN 1:25.000 y en la imagen inferior se puede ver como queda esa zona generalizada a 1:200.000.

Imagen superior: fragmento de la hoja 559-II del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:25.000. Imagen inferior: fragmento del Mapa de Madrid a escala 1:200.000



La cartografía general o topográfica es la parte que trata de la elaboración, formación y reproducción de mapas topográficos. En los mapas topográficos se representan los accidentes de la geografía física (hidrografía, orografía), los elementos de la geografía humana (vías de comunicación, poblaciones), las divisiones administrativas y la toponimia.

Es importante diferenciar la cartografía topográfica de la cartografía temática. A los mapas que contienen información propia específica y distinta de la topográfica se les denomina mapas temáticos.

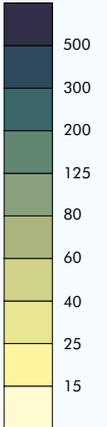
Según la Ley 7/1986, de ordenación de la cartografía, «la cartografía temática es la que, utilizando como soporte cartografía básica o derivada, singulariza o desarrolla algún aspecto concreto de la información topográfica contenida en aquellas, o incorpora información adicional específica».

Los mapas temáticos se dividen en dos grandes grupos de muy distintas características: el primero se refiere a fenómenos cuantitativos si se trata de representar fenómenos mensurables, y el segundo a los fenómenos cualitativos en el caso de aspectos no mensurables pero diferenciadores.

Los mapas temáticos cuantitativos muestran aspectos espaciales de datos en escalas de medida ordinales o de intervalo; es decir, establecen relaciones de cantidad. Los mapas de densidad de población son un ejemplo de mapas temáticos cuantitativos.

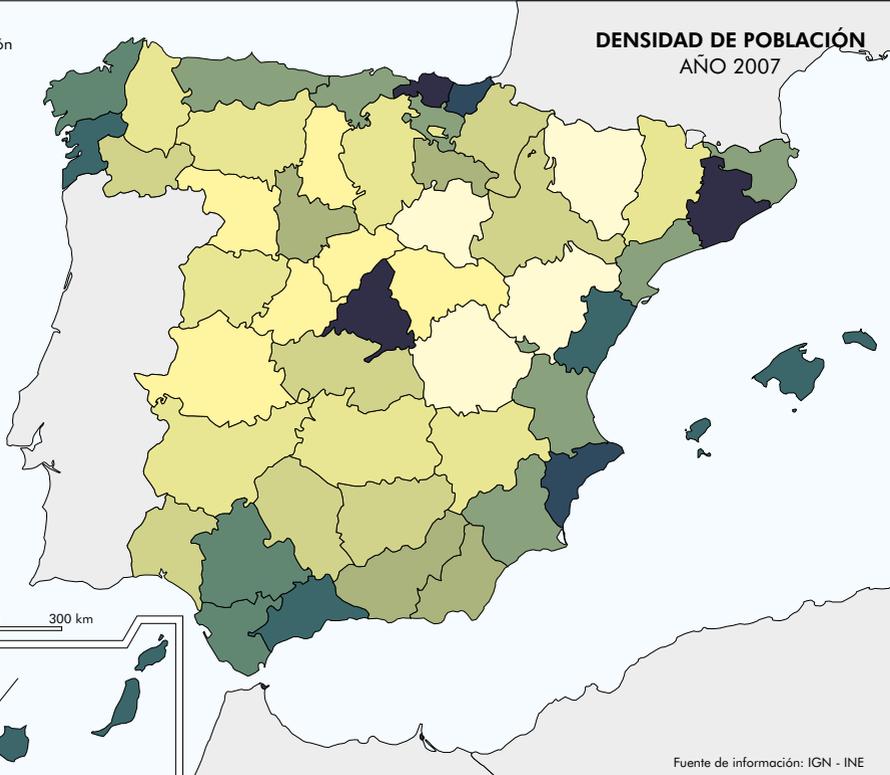
Los mapas temáticos cualitativos representan condiciones, cualidades o características del terreno no mensurables. Su objetivo es mostrar la distribución espacial de una serie de datos de tipo nominal. Los mapas geológicos son un ejemplo de mapas temáticos cualitativos.

Densidad de población
(hab. / km²)



► Media nacional

DENSIDAD DE POBLACIÓN AÑO 2007



Fuente de información: IGN - INE



Cuando abrimos las primeras páginas de un Atlas geográfico nos encontramos inmediatamente con los mapas físicos. Están realizados a pequeñas escalas (a partir de 1:500.000) y tienden a mostrarnos en un primer vistazo la configuración de un amplio espacio, como puede ser un continente, un océano, un país o una amplia zona del mismo.

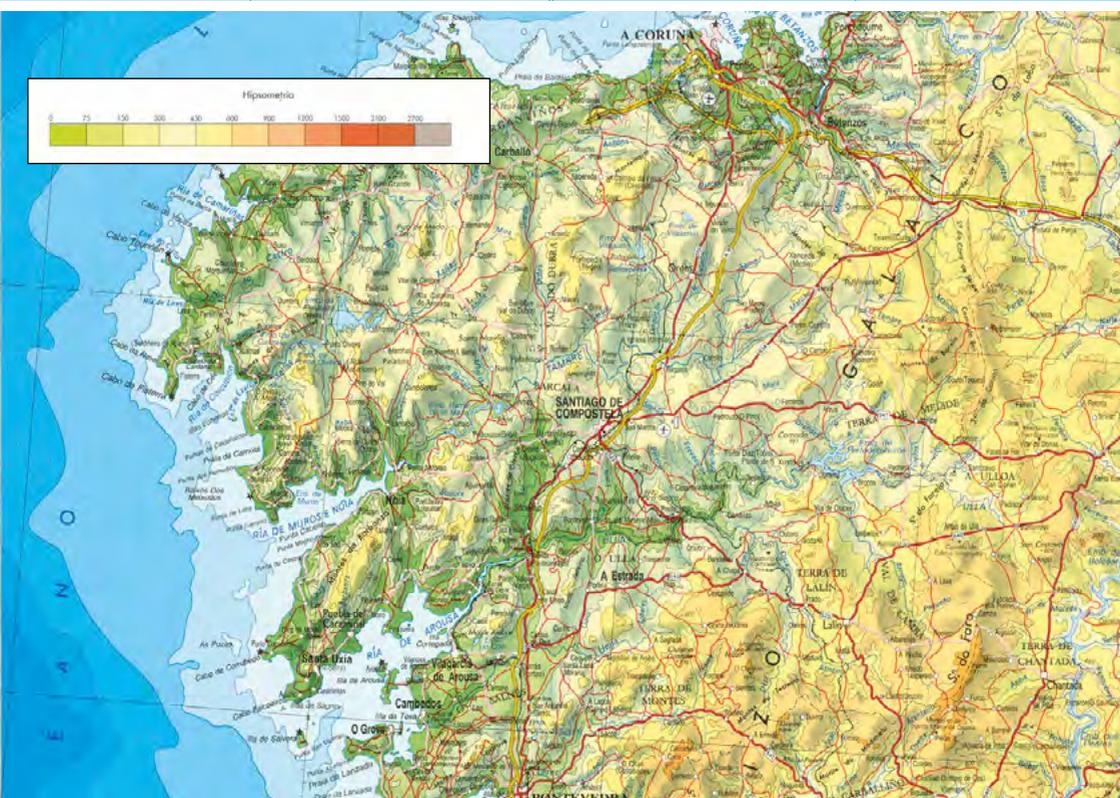
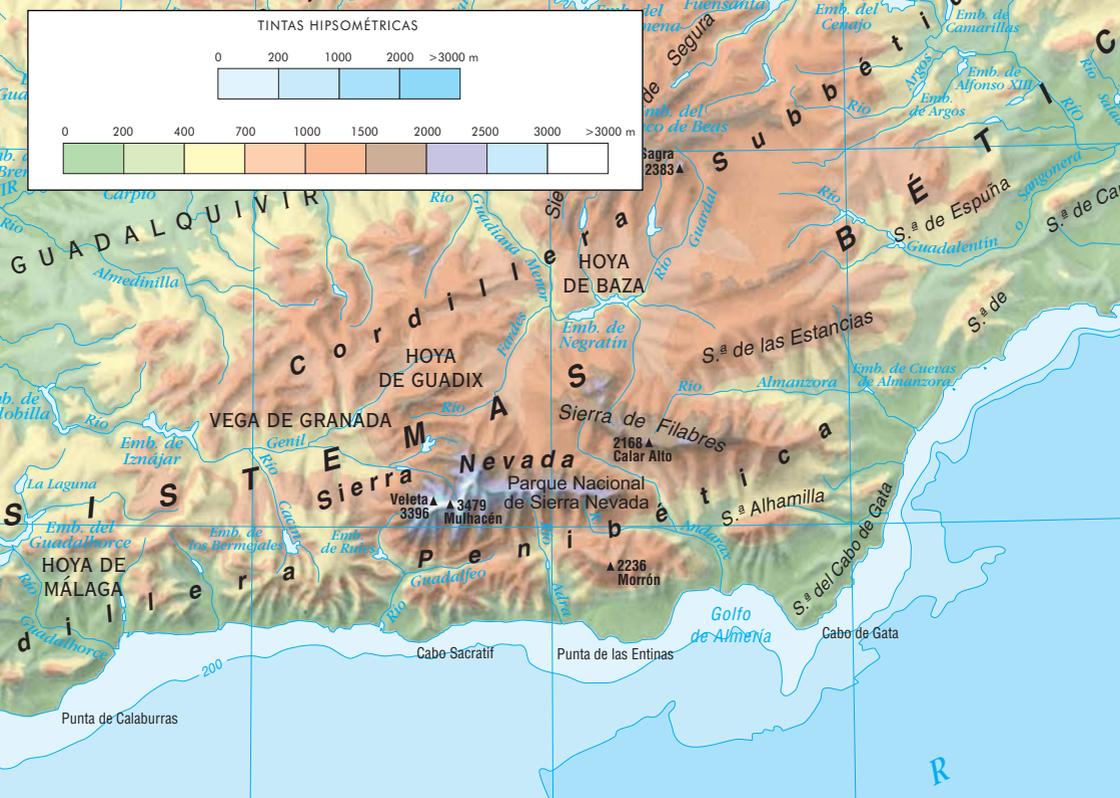
Estos mapas, además de su carácter meramente informativo, pueden ser de utilidad en numerosas actividades educativas (enseñanza de la Geografía), turísticas o divulgativas.

Las altitudes sobre el terreno (altimetría) son medidas en relación con el nivel medio del mar y por encima de él. La profundidad bajo el agua (batimetría) son medidas por debajo del nivel medio del mar.

En mapas a pequeña escala, las curvas de nivel (ya tratadas en el capítulo 32) unen todos los puntos de igual altura sobre el nivel del mar, y se trazan con equidistancias, por ejemplo, 75, 100, 200, 400, 700, 1000 metros, dando una idea somera, sin excesivos detalles.

Para mejorar la interpretación del relieve en los mapas se recurre a rellenar cada zona comprendida entre curvas consecutivas con una gama de colores ligeramente distintos y diferenciados de sus contiguos. En la práctica se emplean gamas de verdes para bajas altitudes, sienas o marrones para zonas de media altitud y grises, violetas e incluso blancos en zonas muy elevadas. Los tonos azules se reservan para la batimetría, a la que se da un tratamiento similar en cuanto a equidistancias, gamas, etcétera.

Esta técnica, denominada de «tintas hipsométricas» es utilizada por el Instituto Geográfico Nacional en las series de mapas autonómicos o regionales, en las series de mapas a escala 1:500.000, y en el Mapa General de España (Península Ibérica, Baleares y Canarias) a escalas 1:1.000.000 y 1:1.250.000.



A veces es necesario preparar otro tipo de mapas donde, prescindiendo en todo o en parte de las características físicas del terreno (montañas, hidrografía, masas agrícolas o forestales...), debe predominar la información de tipo administrativo.

En estos mapas los motivos fundamentales lo constituyen los límites administrativos entre Estados, o entre Comunidades Autónomas, o entre Provincias, o entre Municipios... En otros países esta nomenclatura se ajusta a la de la propia estructura administrativa del país considerado. Así, en Portugal hablaremos de Distritos; en Francia, de Departamentos; en Gran Bretaña, de Condados; en Alemania, de *Länder* o Estados Federados, etcétera.

Estos mapas pueden, por otra parte, referirse básicamente a un país determinado, a un grupo de países ligados por una afinidad geográfica (Mapa de América Central), económica (Mapa de la Unión Europea), militar (Mapa de la OTAN), o política (Mapa de la Commonwealth), a un continente o grupo de ellos o a todo el mundo (Mapamundi).

Estos mapas son muy utilizados con fines escolares y también en otros campos: actividades económicas y comerciales, servicios de la Administración, etc. A veces, y en función de sus posibles utilizaciones, estos mapas llevan superpuesta la red principal de comunicaciones u otro tipo de información.

En la página de la derecha se incluyen dos fragmentos de sendos mapas publicados por el Instituto Geográfico Nacional. El de la parte superior corresponde al Mapa Político de España, a escala 1:2.250.000, en su edición del 2010. Los datos de población están referidos al Nomenclátor del INE de 2009 y muestra la estructura autonómica de España. Lleva incorporada la red principal de comunicaciones y una somera red hidrográfica. El de la parte inferior procede del Atlas Nacional y es un mapa en proyección acimutal equidistante centrada en Madrid. Es un mapamundi a escala 1:62.500.000 y lleva dibujados círculos con las distancias en miles de kilómetros desde Madrid.

Siempre ha sido problemático para los cartógrafos ubicar en un mapa general de un país aquellos territorios que se situaban muy alejados del núcleo principal. Las islas Canarias, situadas en el Océano Atlántico, frente a las costas africanas y al oeste del continente, no eran una excepción, como podemos observar en la imagen superior de la página derecha.

Ante la imposibilidad de representar dicho Archipiélago en su posición real en relación con el resto de España (Península, Baleares y Norte de África) en las escalas utilizadas, los cartógrafos han buscado siempre resolver este problema de la mejor manera posible, tradicionalmente ubicándolas, en un recuadro, en la esquina inferior derecha del mapa, sobre lo que es Argelia (imagen central de la página derecha).

Este serio problema cartográfico lo tienen muchos Estados, y suele resolverse de una manera análoga. Así Portugal con las islas Azores y Madeira, y también Francia con Córcega y Reunión, e Italia con la isla de Cerdeña.

Sensible ante la cuestión, la Comisión de Infraestructuras y Medio Ambiente del Congreso de los Diputados aprobó el 27 de diciembre de 1994 una Proposición no de Ley sobre la ubicación de Canarias en los mapas nacionales, que señala: «El Congreso de los Diputados insta al Gobierno a que en las publicaciones oficiales, especialmente en las del Instituto Geográfico Nacional, en las que aparezca el Mapa de España, las islas Canarias se ubiquen en la zona suroeste del mismo».

Este texto ha obligado a una reconsideración de formatos, dimensiones y tratamiento gráfico para cumplir con el espíritu del texto aprobado por el Congreso de los Diputados (imagen inferior de la página derecha).



Representación de la situación real de las Islas Canarias



Representación tradicional de la ubicación de Canarias en los mapas nacionales antes de la Proposición no de Ley del 27 de diciembre de 1994



Representación de la ubicación de Canarias en los mapas nacionales después de la Proposición no de Ley del 27 de diciembre de 1994

Los mapas o planos de población constituyen una parte muy importante del trabajo de los cartógrafos. El principal aprovechamiento que de estos mapas hace el público en general es su utilización como guías urbanas y callejeras en las grandes ciudades.

La escala de estos mapas suele estar normalmente comprendida entre 1:10.000 y 1:1.000. Generalmente se construyen en proyección rectangular y raras veces aparecen representados los meridianos y paralelos.

Tampoco suelen llevar referencias altimétricas y, en general, se tiende a su simplificación en aras de su funcionalidad y, en ocasiones, eliminar colores en la impresión para reducir costes.

Normalmente llevan superpuesta una cuadrícula con numeración y alfabetización marginal que permite la localización de calles, monumentos y edificios públicos a partir de índices de los mismos.

En los Ayuntamientos más importantes existen, con diversas adscripciones en sus organigramas, departamentos cartográficos encargados de realizar y mantener al día la cartografía de sus respectivos términos municipales. El nuevo sistema fiscal del Estado Español, que ha traspasado a los Ayuntamientos la gestión y recaudación del Impuesto sobre Bienes Inmuebles, ha conducido, de hecho, a que cada Ayuntamiento, en su propio interés, necesite disponer de una adecuada información cartográfica de su término municipal. Esta información también es utilizada por otros sectores de la vida municipal: urbanismo, vialidad, transportes...

Por otra parte, diversas entidades del sector público y privado, con fines comerciales, publicitarios o divulgativos, editan y distribuyen cartografía urbana de las ciudades donde están ubicadas o tienen intereses.

Dentro de este apartado también debemos incluir la cartografía que con fines publicitarios hace referencia a los monumentos y demás lugares de interés que el visitante puede encontrar en una población. A veces son mapas muy esquemáticos donde se destacan los monumentos con representaciones pictóricas.

La información y los detalles que proporcionan los mapas de zonas rurales son muy diferentes de los que se presentan en los mapas de zonas urbanas.

Un mapa urbano ha de centrarse principalmente en la estructura viaria y en la edificación. Un mapa rural ha de incluir necesariamente la estructura viaria de la zona y la edificación, generalmente diseminada (granjas, cortijos, masías...), pero tiene que presentar, además, información sobre tipos de cultivos, sistemas de regadíos, grados de parcelación del suelo...

Es evidente que el Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000 y 1:25.000 no puede resolver por sí mismo este problema de una manera completa, debido sobre todo al problema del minifundio que existe en grandes áreas del Estado Español, si bien en ambas series cartográficas se incluye una clasificación general de cultivos como una primera aproximación al problema.

Para solventar en alguna medida esta necesidad, el Instituto Geográfico Nacional, encargado desde su fundación de realizar los trabajos catastrales, ha venido formando y conservando el Mapa Nacional Topográfico Parcelario, iniciado en 1926 en sustitución de los avances catastrales que se venían realizando con anterioridad.

La introducción de nuevas técnicas como la fotogrametría y la ortofoto han dado mayor agilidad a los trabajos, pero es evidente que en la actualidad resulta necesario abordar una nueva legislación catastral que contemple coordinadamente los distintos aspectos: geométricos, fiscales, jurídico-registrales y económicos que convergen en la figura del catastro.

El Real Decreto 585/1989, de 26 de marzo, que desarrolla la Ley 7/1986 en materia de cartografía catastral, establece que es competencia del Ministerio de Economía y Hacienda, a través del Centro de Gestión Catastral y Cooperación Tributaria, la producción y el mantenimiento de la cartografía catastral y la redacción de las normas de producción de esta cartografía.

El actualmente denominado Instituto Geológico y Minero de España (IGME) es un organismo público de investigación, dependiente del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades que, desde su fundación en 1849, tiene encomendada la realización del Mapa Geológico de España.

El Mapa Geológico es un documento cartográfico que debe estar en permanente revisión por cuanto constituye la infraestructura básica y necesaria para el desarrollo de sectores de gran incidencia en la vida económica del país (minería, hidrogeología, obras públicas, ordenación del territorio, protección del medio natural, agricultura, etcétera).

A lo largo de su historia, el IGME ha publicado el primer Mapa Geológico de España a escala 1:400.000. La mejora progresiva en el conocimiento de la geología del país propició que, a partir de 1927, se decidiese realizar la cobertura geológica de todo el territorio nacional a escala 1:50.000.

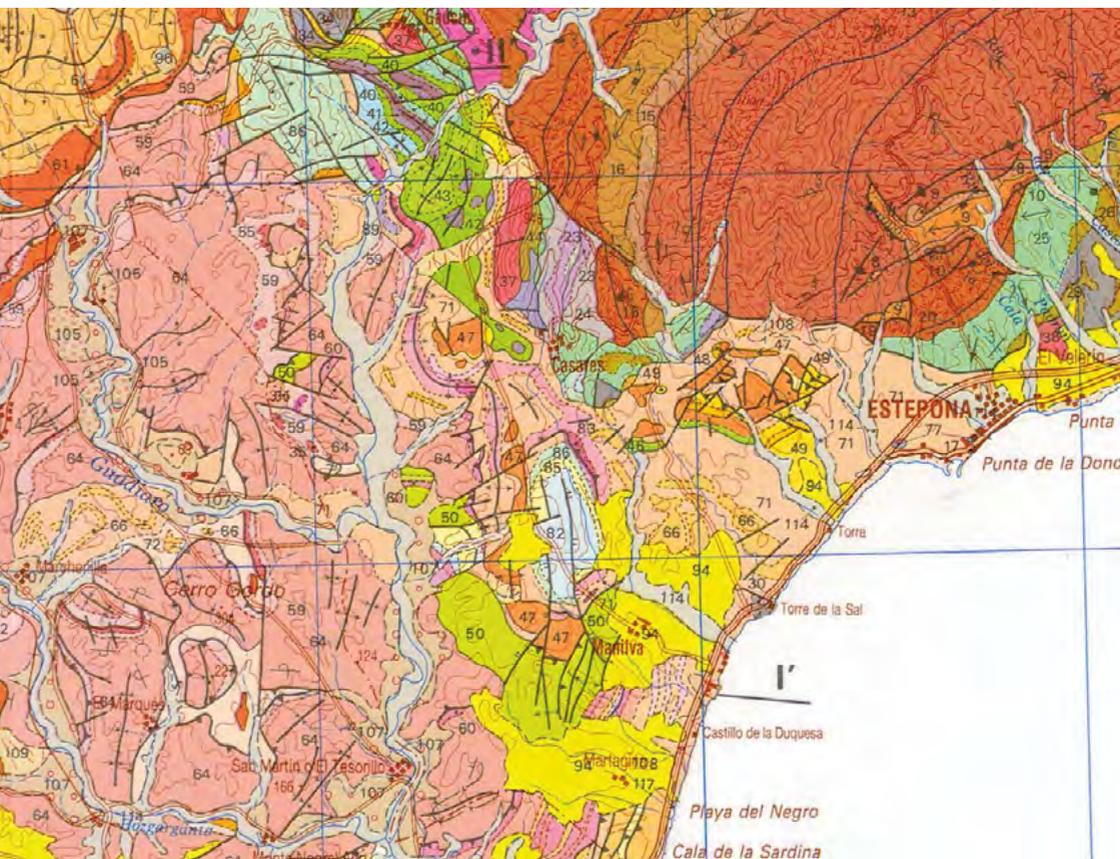
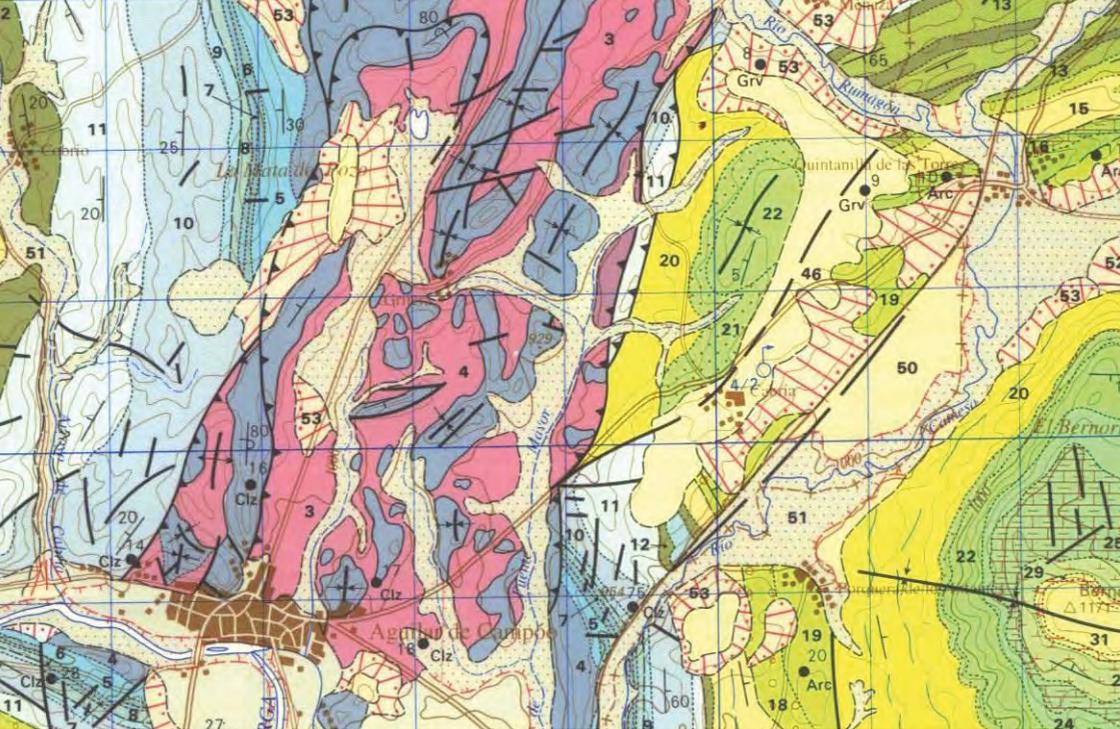
Hacia 1970 comienza de forma programada y sistemática la realización y actualización del Mapa Geológico Nacional (MAGNA) a las escalas 1:50.000 y 1:200.000 (en Canarias 1:100.000).

El Mapa Geológico incluye una leyenda explicativa, columnas estratigráficas representativas de las diferentes formaciones, zonas y/o unidades geológicas y esquemas.

Cada una de las Hojas del Mapa Geológico Nacional está acompañada por una Memoria explicativa que describe la estratigrafía, geomorfología, tectónica, petrología, historia geológica y geología económica del área comprendida en el mapa.

El conocimiento detallado y la representación cartográfica de la geología del fondo de nuestros mares territoriales comenzó en 1980, mediante la realización del Mapa Geológico de la Plataforma Continental Española y Zonas Adyacentes a escala 1:200.000.

Paralelamente a la realización de los Mapas Geológicos a escala 1:50.000 y 1:200.000 se realiza, con una frecuencia de unos diez años, el Mapa Geológico de la Península Ibérica, Baleares y Canarias a escala 1:1.000.000.



De todos es conocido cómo en los grandes diarios, cadenas de radio y emisoras de televisión se incluyen, de una manera habitual en sus páginas y programaciones, informaciones meteorológicas.

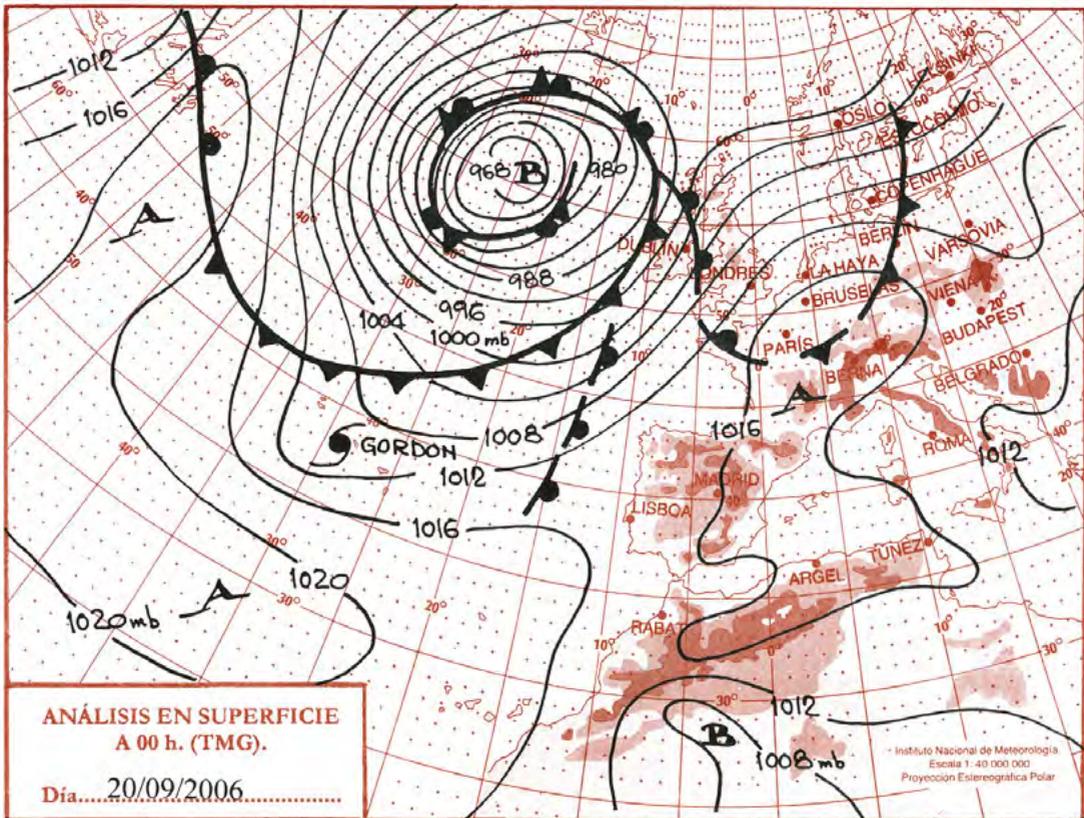
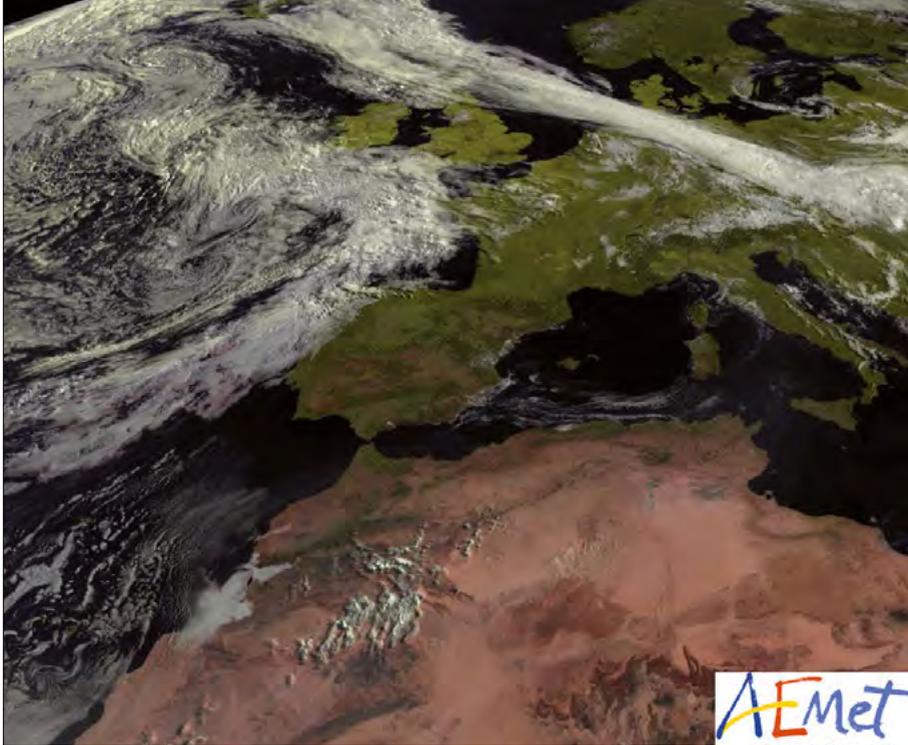
Los «hombres del tiempo» son ya personajes habituales en nuestro entorno. Las predicciones meteorológicas se pueden consultar en cualquier momento en Internet para, por ejemplo, planificar excursiones y períodos de vacaciones.

El anticiclón y la borrasca son términos que han dejado de pertenecer al lenguaje exclusivo de unos grupos de profesionales especializados. Y lo que antes preocupaba únicamente a los agricultores o a la navegación marítima y aérea se ha hecho en los tiempos actuales terminología de uso diario.

La ciencia meteorológica ha creado sus propios signos y símbolos. La curva de nivel ha dejado paso a las isobaras, que son las líneas que unen los puntos en los que se presenta la misma presión atmosférica. Esta presión es medida en milibares.

La observación de un mapa del tiempo, fundamentalmente de un mapa de isobaras, pone de manifiesto la existencia de unas zonas de alta presión o anticiclón, «picos», designados con la letra A, y unas zonas de baja presión, ciclón o depresión, «valles», designados con la letra B. Los vientos soplan desde las altas presiones hacia las bajas presiones. Su velocidad depende de la diferencia de presiones entre anticiclones y depresiones.

Cuando en una zona de contacto el aire frío está invadiendo la zona de aire caliente, el frente se denomina «frente frío». En la situación inversa, cuando es el aire caliente el que está penetrando en el aire frío se denomina «frente caliente». Ambos tipos de frentes, fríos y calientes, también se representan en los mapas del tiempo. Los frentes fríos suelen ir asociados a fuertes perturbaciones atmosféricas y los frentes calientes suelen ir asociados a condiciones atmosféricas de estabilidad.



El desarrollo tecnológico y socioeconómico se ha incrementado progresivamente sin haberse previsto simultáneamente los efectos e implicaciones ambientales que tal desarrollo produce.

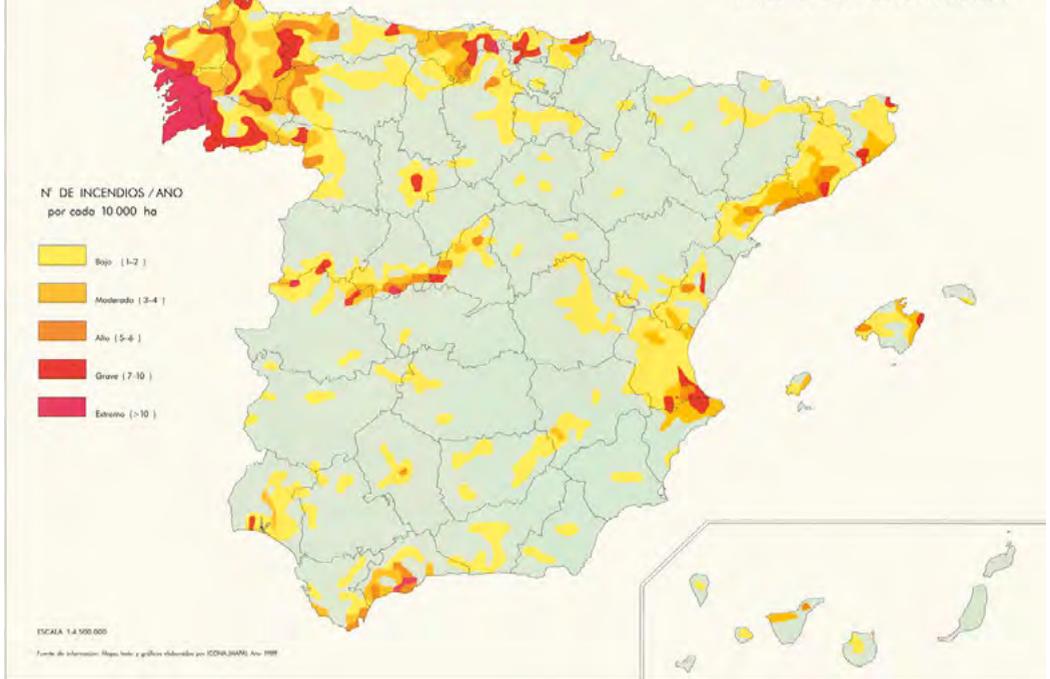
En consecuencia, se está llegando a bordear (y puede que en algunos casos se haya superado) la capacidad del propio medio natural para absorber los impactos directos o indirectos, obligando a las Administraciones públicas a establecer medidas técnicas y legales protectoras del medio ambiente y preventivas de las diversas agresiones que pueda sufrir, a fin de compatibilizar el desarrollo con la preservación de los recursos naturales, permitiéndonos disponer de una aceptable calidad de vida en el momento presente y no hipotecar el futuro de las generaciones venideras.

Para poder trabajar correctamente en estos temas es preciso conocerlos primeramente en profundidad, y disponer de mapas de la situación real, de los riesgos potenciales y de las acciones preventivas y correctoras que es preciso tomar en cada momento.

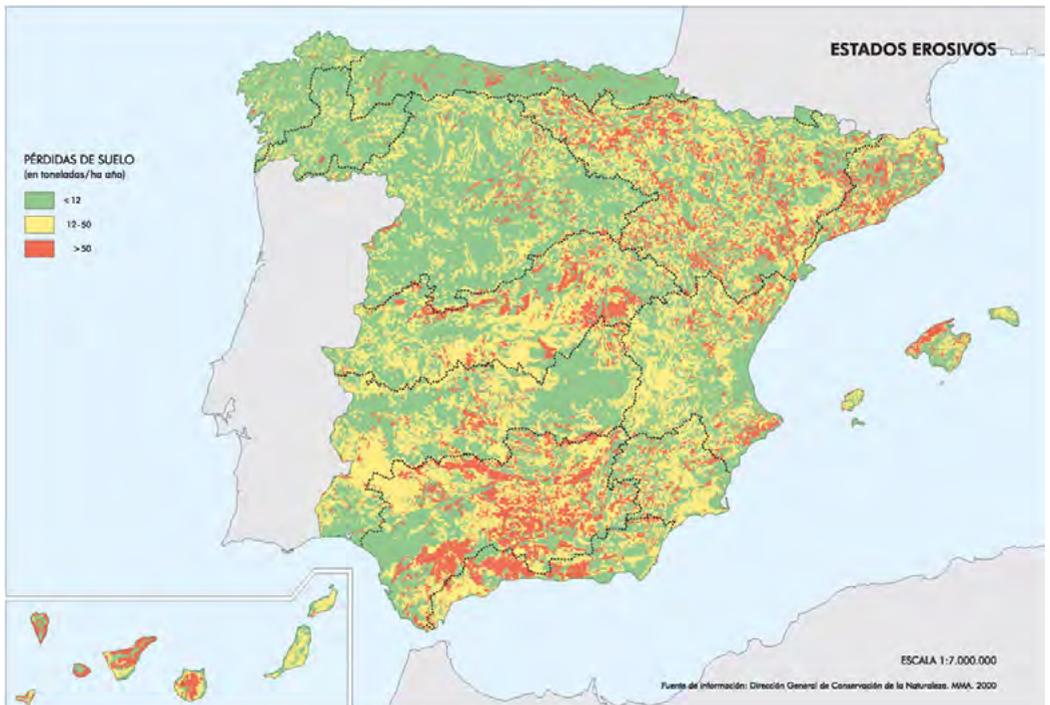
Será, pues, necesario trabajar y desarrollar mapas sobre:

- Riesgos de incendios forestales.
- La erosión del suelo.
- Los efectos de los contaminantes atmosféricos.
- La contaminación de ríos y costas.
- La calidad de las aguas subterráneas.
- La contaminación difusa por fertilizantes, plaguicidas y por carga ganadera.
- La producción de residuos ya sean sólidos urbanos, industriales, de procedencia minera y orgánicos.
- La situación de las redes de control de calidad de las aguas subterráneas.
- La situación de las redes de control de calidad de las aguas públicas superficiales.
- La situación de las instalaciones de tratamiento de residuos sólidos urbanos.
- La situación y alcance de las acciones protectoras en la conservación de suelos, etcétera.

RIESGO DE INCENDIOS FORESTALES



«Riesgo de incendios forestales», Atlas Nacional de España, Grupo 39. Problemas medioambientales, primera edición, 1991



«Estados erosivos», Atlas Nacional de España, Grupo 39. Problemas medioambientales, tercera edición, 2007

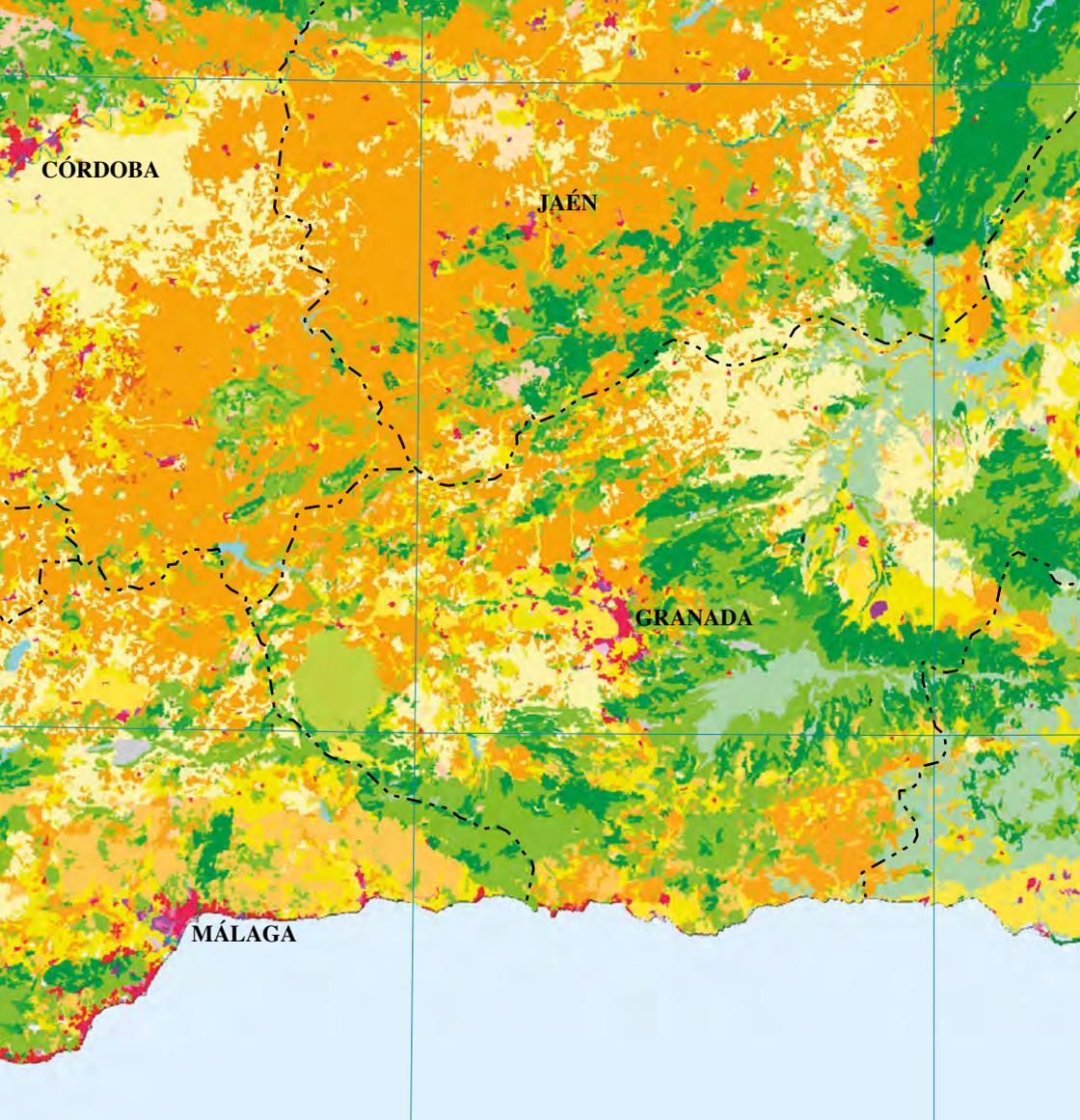
SIOSE son las siglas de Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo en España, cuyo objetivo es integrar la información de las Bases de Datos de cobertura y usos del suelo de las Comunidades Autónomas y de la Administración General del Estado, y que es coordinado por el Instituto Geográfico Nacional y el Centro Nacional de Información Geográfica.

Sus antecedentes hemos de buscarlos en un protocolo firmado en octubre de 2005, entre los Ministerios de Defensa, de Fomento y de Medio Ambiente para la obtención de coberturas del territorio español con imágenes de satélite de alta y media resolución en el marco del Plan Nacional de Teledetección, y el Proyecto Europeo IMAGE & CORINE LAND COVER 1990, y su actualización referida al año 2000, que dieron lugar a la Base de Datos Europea de Ocupación del Suelo a escala 1:100.000.

La escala de referencia elegida fue 1:25.000 y la unidad mínima a representar se fijó en 2 ha para zonas agrícolas, forestales y naturales; 1 ha para superficies artificiales y láminas de agua; y 0,5 ha para playas, vegetación de ribera, humedales y cultivos forzados (invernaderos y bajo plástico).

El proyecto SIOSE sirve como herramienta básica para la planificación y la gestión de recursos medioambientales, entre ellos:

- Estudios dinámicos sobre ocupación del suelo.
- Causas y consecuencias de procesos naturales o artificiales.
- Evaluación del impacto ambiental.
- Obtención de indicadores agroambientales.
- Mantenimiento y observación de la estabilidad ecológica.
- Ordenación del territorio.
- Nuevas estrategias de gestión de zonas costeras.
- Fomento del desarrollo sostenible.



LEYENDA CORINE LAND COVER

- | | | |
|--|---|------------------------------------|
| 111 Tejido urbano continuo | 222 Frutales | 332 Roquedo |
| 112 Tejido urbano discontinuo | 223 Olivares | 333 Espacios con vegetación escasa |
| 121 Zonas industriales, comerciales y de transporte | 231 Prados | 334 Zonas quemadas |
| 122 Redes viarias, ferroviarias y terrenos asociados | 241 Cultivos | 335 Glaciares y nieves permanentes |
| 123 Zonas portuarias | 242 Mosaicos de cultivos | 411 Humedales y zonas pantanosas |
| 124 Aeropuertos | 243 Terrenos agrícolas con vegetación natural | 412 Turberas y prados turbosos |
| 131 Zona de extracción minera | 244 Sistemas agroforestales (dehesa) | 421 Marismas |
| 132 Escombreras y vertederos | 311 Bosques de frondosas | 422 Salinas |
| 133 Zonas en construcción | 312 Bosques de coníferas | 423 Zonas llanas internacionales |
| 141 Zonas verdes urbanas | 313 Bosques mixtos | 511 Cursos de agua |
| 142 Instalaciones deportivas y recreativas | 321 Pastizales naturales | 512 Láminas de agua |
| 211 Tierras de labor en secano | 322 Landas y matorrales mesófilos | 521 Lagunas costeras |
| 212 Terrenos regados permanentemente | 323 Matorrales esclerófilos | 522 Estuarios |
| 213 Arrozales | 324 Matorral boscoso de transición | 523 Mares y océanos |
| 221 Viñedos | 331 Playas, dunas y arenales | Zonas sin clasificar |

El Ministerio para la Transición Ecológica y el Ministerior de Agricultura, Pesca y Alimentación han heredado las competencias del antiguo Ministerio de Agricultura y del ICONA (Instituto de Conservación de la Naturaleza) en cuanto a cartografía se refiere.

El Mapa de Cultivos y Aprovechamientos está realizado a escala 1:50.000; en mapas provinciales a escala 1:200.000 y uno de la península Ibérica a escala 1:1.000.000. Todos ellos se concluyeron en 1988-1990; hoy en día existen series digitales actualizadas.

Contiene una descripción gráfica y una evaluación numérica del uso actual del suelo con fines agrarios y de su situación productiva. Aparecen cartografiados los distintos sistemas de aprovechamiento del suelo, llegando a la representación de aquellos cultivos que tienen una larga permanencia en el terreno, como es el caso de las especies leñosas.

El Mapa de Clases Agrológicas, también a escala 1:50.000, representa el uso potencial del suelo con fines agrarios, más acorde con su naturaleza y capacidad productiva.

El Mapa de Series de Vegetación de España, editado por el ICONA en 1987, a escala 1:400.000, recoge y revisa las series de vegetación, adaptándolas a los actuales conocimientos geobotánicos, fitosociológicos, ecológicos y bioclimáticos.

El Mapa Forestal de España, editado por el ICONA desde 1987, a escala 1:200.000 en 92 hojas, ha sido continuado por un Segundo y un Tercer Inventario Forestal por provincias. El mapa proporciona información sobre la cubierta forestal mediante un sistema de colores, un sistema de tramas de sobrecargas y un sistema de símbolos. La publicación de cada hoja comprende el mapa y una Memoria explicativa.

Se ha realizado también un Mapa de Estados Erosivos, por cuencas hidrográficas, donde se presenta la intensidad del fenómeno de erosión hídrica del suelo, evaluada en función del número de toneladas que por hectárea y año son movilizadas por la lluvia.

Todos estos mapas pueden encontrarse hoy en día en versiones digitales.

La demografía como ciencia que tiene por objeto el estudio estadístico de una colectividad humana según su composición y estado en un determinado momento, contemplando su evolución histórica, es de importancia vital en el mundo moderno.

El estudio cuantitativo de las poblaciones humanas y de los cambios que experimentan a consecuencia de los nacimientos, defunciones y movimientos migratorios condicionará numerosos aspectos del futuro de una sociedad.

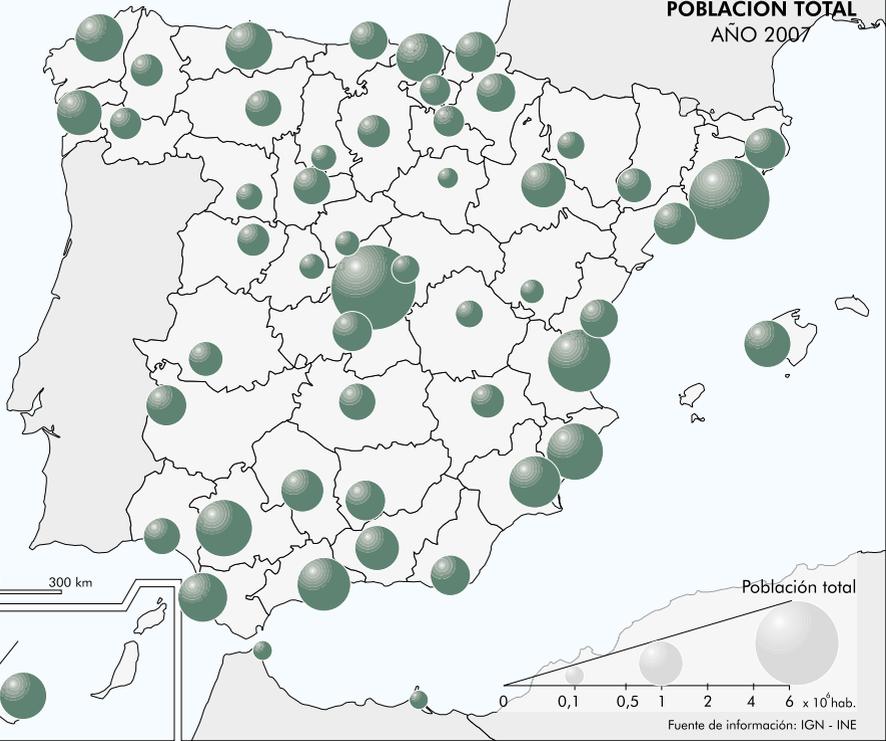
El número de alumnos en la enseñanza primaria y secundaria, el número de jóvenes universitarios o en edad laboral, por citar sólo algunos ejemplos, viene condicionado por el número de nacimientos habidos cinco años atrás o dieciocho años atrás, y estas cifras no pueden ser modificadas posteriormente.

El estudio cualitativo, clasificando a las poblaciones humanas de un área geográfica dada o de las divisiones administrativas de un estado, según características tales como edad, sexo, estado civil, nivel educacional, nivel ocupacional, etc., permitirá a la Administración planificar dónde se ubicarán, al menos en la teoría, los centros educativos a los que acudirían los potenciales alumnos a los que nos referíamos anteriormente, o definir un sistema de servicios (hospitalarios, administrativos, deportivos, de infraestructura...) en función de los potenciales usuarios.

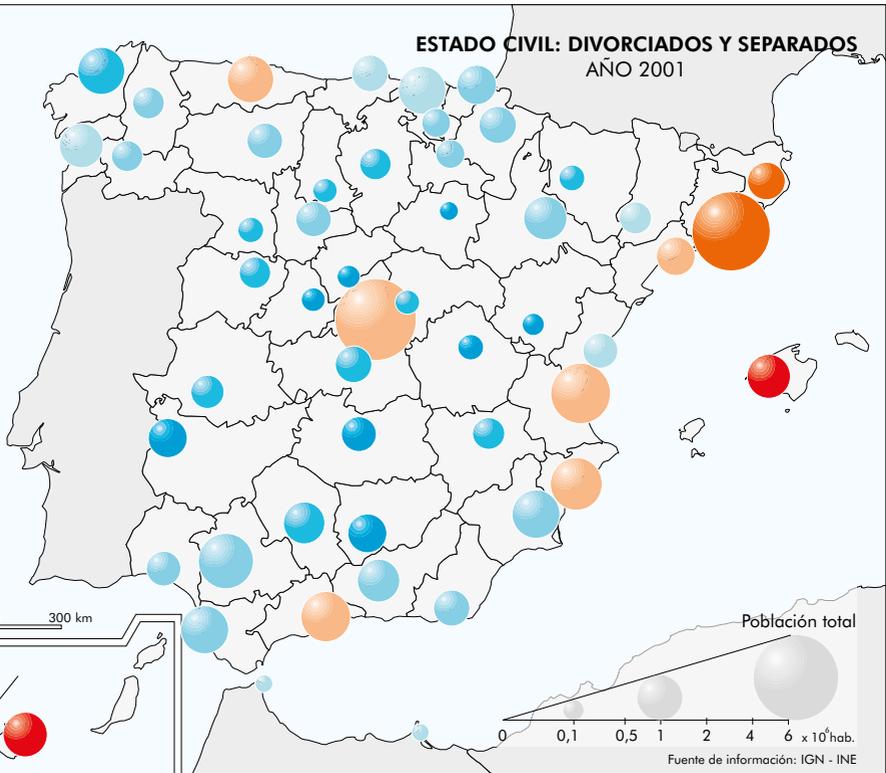
Si conocemos, por ejemplo, cómo se está moviendo la población en los grandes núcleos urbanos, podremos planificar mejor las futuras áreas residenciales, los futuros sistemas de transporte por carretera y ferrocarril, e incluso los equipamientos comerciales que habrán de servir a dicha población.

La Estadística ha estado estrechamente vinculada al Instituto Geográfico Nacional en muchos momentos. En efecto, en 1861 dependían de la Junta General de Estadística, la Dirección de Operaciones Geodésicas y la de Operaciones Topográfico Catastrales, origen del propio Instituto Geográfico, que se creó en 1870. Más tarde, entre 1873 y 1922, en que se segregó la Estadística, se denominó Instituto Geográfico y Estadístico.

POBLACIÓN TOTAL AÑO 2007



ESTADO CIVIL: DIVORCIADOS Y SEPARADOS AÑO 2001



Hay muchas personas que en sus desplazamientos por trabajo o por vacaciones utilizan frecuentemente nuestras carreteras y los otros medios de transporte: avión, tren, barco... Ellos necesitan disponer de mapas donde lo más destacado, lo predominante, sea el sistema de vías de comunicación, dejando aparte cualquier otro tipo de información.

En la serie de Conjuntos Provinciales a escala 1:200.000 y en los conjuntos regionales que publica el Instituto Geográfico Nacional, el usuario puede encontrar un mapa con estas características, aunque no se les puede definir específicamente como mapas de comunicaciones, ya que también figura otro tipo de información topográfica y geográfica.

La red viaria (autopistas, autovías, carreteras) sigue un tratamiento análogo al del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000.

Exceptuando la red de carreteras locales, en las restantes se rotula su número de clasificación para permitir al usuario una mejor planificación de los itinerarios, distinguiendo las de competencia estatal de aquellas que están bajo competencia de las respectivas Comunidades Autónomas.

También aparecen en estos mapas la red ferroviaria y una cierta red de caminos forestales, pistas... de menor interés general, pero que en ciertas actividades pueden ser de gran utilidad.

Hay otro tipo de mapas que presentan simplemente esquemas de fácil interpretación y comprensión para el usuario. En la parte superior de la página derecha incluimos uno de los realizados por el Instituto Geográfico Nacional, en el 2010 (Año Santo Jacobo) para representar el Camino de Santiago a escala 1:50.000, donde las diferentes versiones del Camino tienen su adecuada simbología.

En la parte inferior se incluye uno de los realizados por Renfe. Análogamente otras compañías como Iberia y Air Europa en rutas aéreas; la Compañía Transmediterránea en rutas marítimas, o las de autobuses urbanos o interurbanos editan mapas y esquemas de estos tipos.



Fragmento del Mapa del Camino de Santiago (IGN-CNIG, 2010)



Mapa de la red de cercanías de Asturias

Los mapas marinos son tan antiguos como los mapas terrestres. Listas y descripciones de puertos han llegado hasta nosotros procedentes del siglo V a. C. Recordemos brevemente el comercio marítimo desarrollado por todos los pueblos ribereños del Mediterráneo (fenicios, griegos...).

Ya en la Edad Media, hacia el siglo XIV aparecen los portulanos, que, levantados con brújula, constituyen una ayuda al arte de navegar en aquellos tiempos.

El procedimiento de trabajo en la realización de cartografía marina consiste básicamente en determinar la profundidad del mar, definiendo con la mayor precisión posible la posición del punto al que corresponde la medida.

La determinación de profundidades es un problema fácil de resolver. Los antiguos sondeos manuales, bajando grandes pesos, han sido sustituidos por sondeos basados en la emisión de ecos, que, reflejados en el fondo del mar, son registrados de nuevo por el equipo emisor (sondómetro).

La determinación de la posición crea, sin embargo, mayores problemas. Al astrolabio, que permitía fijar la longitud y latitud de un lugar con aproximación de algunas decenas de metros, le sustituyeron los métodos topográficos. Mientras se vean puntos de la costa de posición conocida, desde el barco se miden los ángulos entre tres puntos y se determina su posición por una trisección inversa.

Modernamente, equipos Loran proporcionan la situación de un barco analizando las diferencias de tiempos de recepción de señales de radio de dos pares de emisoras. Basta, por tanto, con tres emisoras, ya que una de ellas puede ser común a los dos pares.

En España los levantamientos hidrográficos son realizados por el Instituto Hidrográfico de la Marina, con sede en Cádiz. Dispone de buques hidrográficos, unidades auxiliares de la Armada bajo la jurisdicción del capitán general de la Zona Marítima del Estrecho.



Los aviones que surcan el espacio aéreo necesitan disponer de una cartografía adecuada a sus necesidades. La importancia que en nuestros días ha adquirido el transporte aéreo, la velocidad de las aeronaves, la necesidad de atravesar en sus vuelos los espacios aéreos de otros países y el aumento de los niveles de seguridad que se exigen a este medio de transporte son algunas de las causas que originan la necesidad antes indicada de una cartografía aeronáutica.

Los tipos de mapa necesarios son muy variados y complejos. Veamos al respecto algunos ejemplos de cartografía aeronáutica:

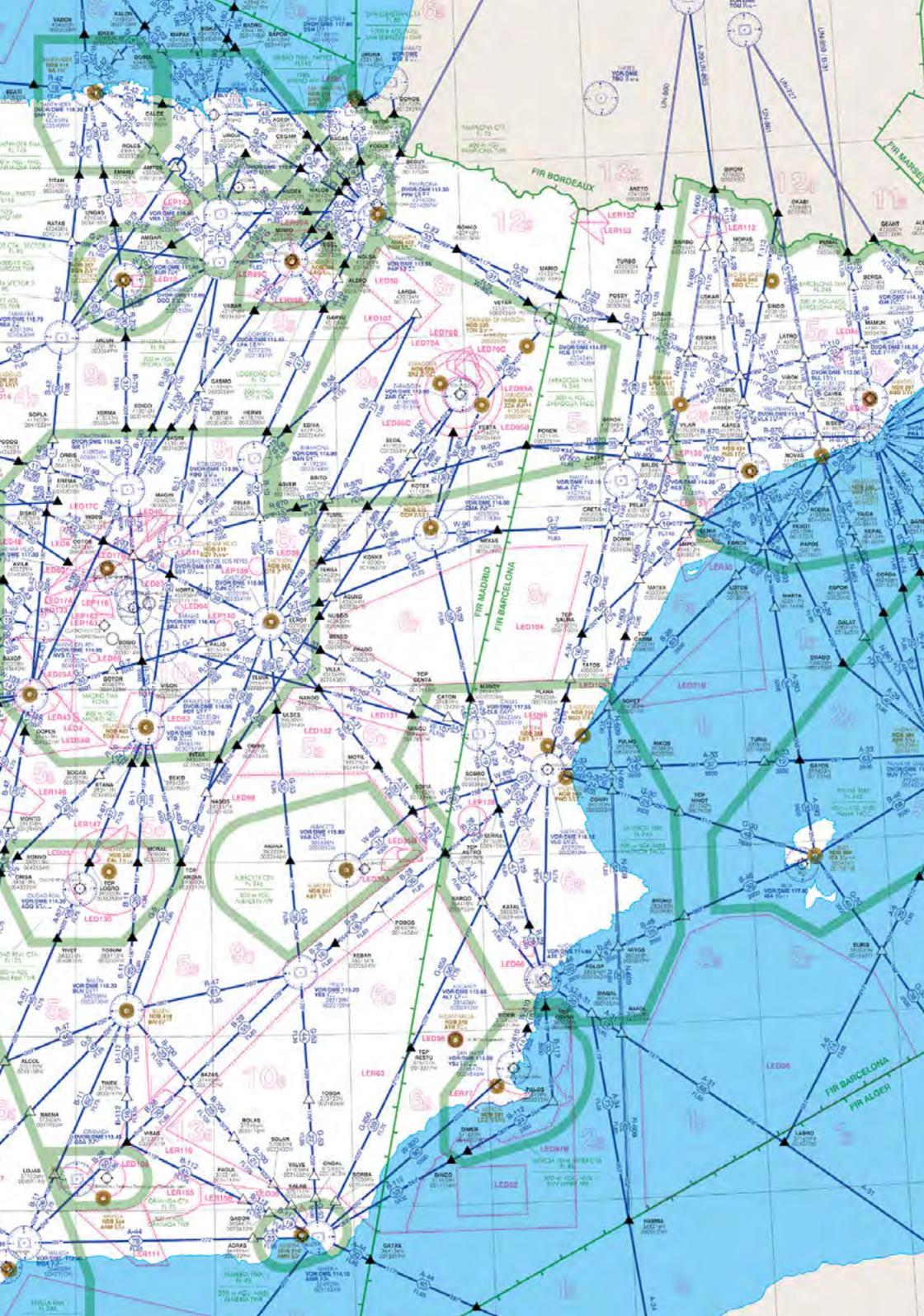
Mapas de rutas aéreas, donde se reflejan las aerovías (imaginarios caminos en el aire por donde necesariamente deben circular los aviones), los niveles de vuelo, los puntos de paso y las frecuencias de los emisores, los límites de las áreas terminales... Estos mapas pueden indicar también las zonas prohibidas o restringidas al vuelo, zonas que por su interés estratégico, ecológico o de soberanía nacional están limitadas al libre sobrevuelo de aeronaves.

Mapas de servidumbres aeronáuticas de los aeropuertos, bases aéreas y aeródromos. Estos mapas señalan los obstáculos existentes de acuerdo con la normativa dictada al respecto por la O.A.C.I. (Organización Internacional de Aviación Civil).

Cartas de aproximación y aterrizaje de los aeropuertos, bases aéreas y aeródromos. Estas cartas están en continuo proceso de actualización en función de la introducción de nuevas ayudas e instalaciones radioeléctricas (ILS, VOR...) y de la mejora en los procedimientos de aproximación y aterrizaje.

Si bien la Aviación Civil española depende del Ministerio de Fomento, el Centro Cartográfico y Fotográfico del Ejército del Aire realiza habitualmente estos trabajos. Actualmente se ubica en la Base Aérea de Getafe, y dispone de un grupo de aviones Casa C-212; CN-235; Cessna Citation V... integrados en el Escuadrón 403.

Asimismo, las propias compañías aéreas preparan cartografía en función de sus propias necesidades. Iberia la hacía conjuntamente con un grupo de compañías europeas integradas en el Grupo Atlas si bien recientemente ha empezado a realizar su propia cartografía.



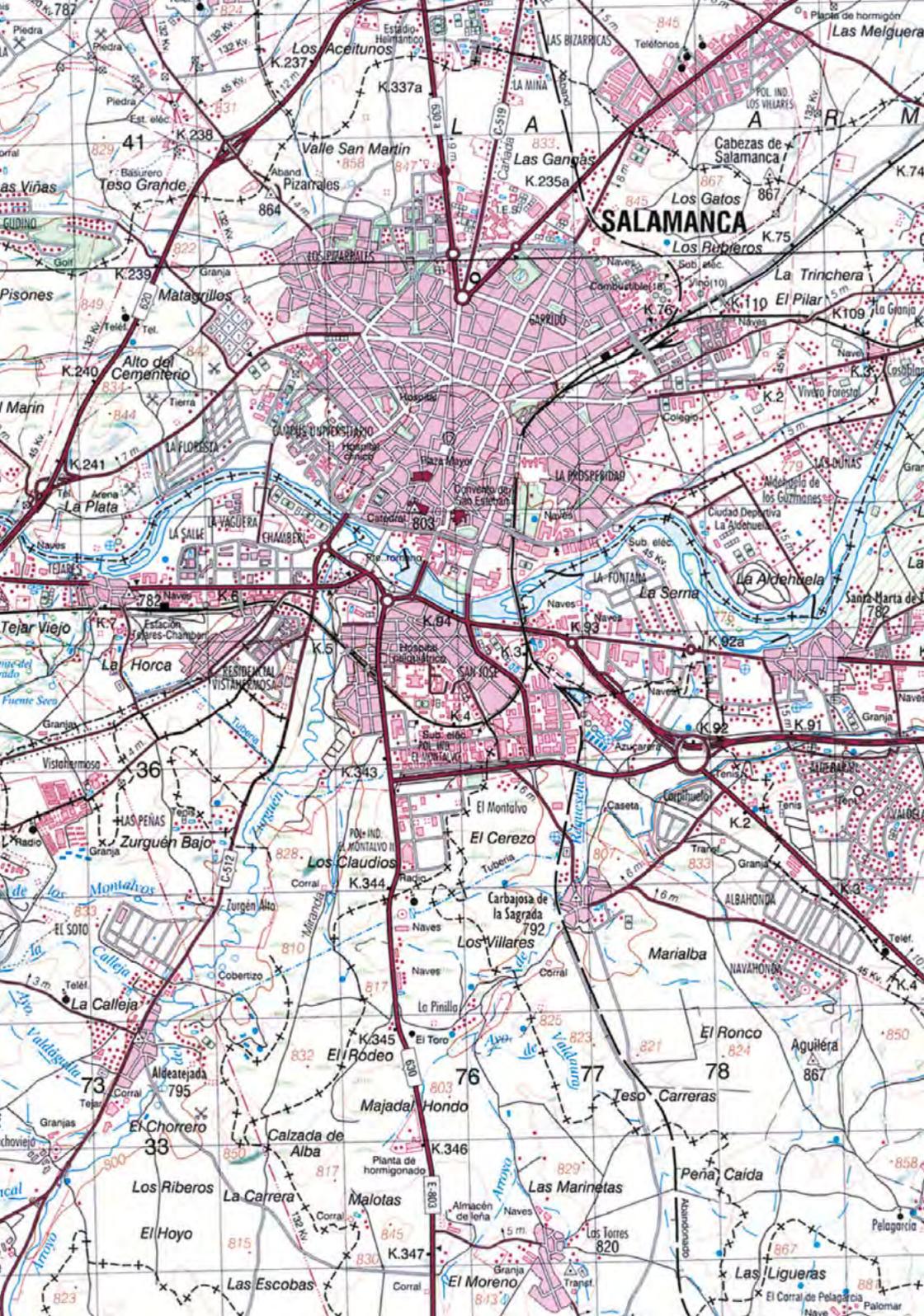
Como en todos los países, también en España los primeros trabajos cartográficos con algún rigor científico nacieron como consecuencia de las necesidades militares. El primer Cuerpo de Estado que tuvo como misión el levantamiento del Mapa de España data del 13 de agosto de 1796, cuando Carlos IV crea el Real Cuerpo de Ingenieros Cosmógrafos del Estado al que se encomienda la Carta Geométrica del Reino y el levantamiento y formación de cualquier otra carta geográfica, ya dentro del Continente o en los dominios ultramarinos.

A lo largo de estos últimos doscientos años la cartografía militar se ha venido desarrollando en nuestro país, en los Ejércitos de Tierra, Mar y Aire.

Es evidente que en un mapa militar las curvas de nivel serán las mismas que en uno civil, y que ríos, carreteras, ferrocarriles... serán también los mismos. Sin embargo en un mapa militar se detalla otro tipo de información que puede considerarse de utilidad para operaciones militares, como son por ejemplo las anchuras de las vías o las capacidades portantes de los firmes y puentes, lo que permitirá conocer si los pesados vehículos militares, incluso tanquetas y tanques, pueden circular por las mismas.

La pertenencia de España a la OTAN (Organización del Tratado del Atlántico Norte) ha obligado a la implantación progresiva de su Política Geográfica, publicando nuevas series y adoptando las escalas y simbologías fijadas en dicha política. Por ejemplo, la simbología OTAN ha de ser visible con luz roja por la noche.

La cartografía militar presenta otras peculiaridades. Así, por ejemplo, la cartografía que usan las fuerzas de infantería de marina en los desembarcos, obviamente ha de estar impresa en papeles especiales resistentes al agua.



En tiempos pasados los hombres de la mar encontraron los caminos sin otros medios científicos que la observación del Sol y de las estrellas. Y estos métodos todavía pueden ser usados hoy en día en cuanto nos familiaricemos con ellos.

Debido al fenómeno de la rotación terrestre, aparentemente el Sol nace por el Este y se pone por el Oeste. Lo que nos permite, si conocemos la época del año y la hora del día en que nos hallamos, tener una primera idea sobre nuestra orientación y posición en el terreno.

Análogos principios pueden ser utilizados para conocer nuestra posición a partir de las estrellas. Recordemos cómo los antiguos navegantes llevaban un globo del cielo para orientarse con él. En la noche podemos conocer la posición en que nos encontramos por observación de la estrella Polar. En el hemisferio Norte y en nuestras latitudes la estrella Polar da una posición aproximada del norte verdadero, y es fácil de detectar a partir del grupo de estrellas o constelación conocida como Osa Menor (El Carro).

Hay otros instrumentos que nos pueden ayudar en nuestra búsqueda de orientación. Anteriormente hablamos de la brújula. Ahora citamos el girocompás y el cronómetro.

Un girocompás va instalado sobre una suspensión que le permite estar nivelado en cualquier posición del soporte. Activado por un pequeño motor eléctrico, señalará el norte verdadero con precisión. Permite su utilización en condiciones nubladas, cuando el Sol o las estrellas no son visibles.

Un reloj ordinario puede cambiar su tiempo en función de las condiciones meteorológicas, pero un cronómetro puede estar muy estabilizado comprobando periódicamente las señales del Observatorio Astronómico Nacional, que transmiten las principales emisoras de radio. Conociendo la hora exacta y la latitud en que se encuentra, un marino es capaz de determinar su longitud y conocer su posición exacta en el mar.

El Instituto Geográfico Nacional ha publicado una Carta del Cielo en España. Asimismo, edita anualmente el Anuario del Observatorio Astronómico, indispensable fuente de información.



Aspecto del cielo en España, a medianoche del comienzo de la primavera.

Uno de los principales problemas que se nos presenta ante la contemplación de un mapa es «comprender» la morfología del terreno, imaginarse cómo es ese terreno en la realidad.

Evidentemente las curvas de nivel representan una primera información sobre esa morfología. Las tintas hipsométricas suponen otro avance visual en ese fenómeno de «comprensión». Los sombreados son otra herramienta que el cartógrafo utiliza para ayudar al usuario.

La principal ventaja de un mapa en relieve (tridimensional) es que facilita al usuario la interpretación, ya que puede percibir directamente las características morfológicas del territorio representado.

El proceso ha de comenzar por la preparación de un modelo en relieve, partiendo hoy en día de las salidas digitales que proporcionan los equipos de restitución fotogramétrica, donde de cada punto del terreno obtenemos sus tres coordenadas (x, y, z), que una fresadora reproducirá sobre un bloque de madera, yeso, resina...

El mapa se imprime sobre materiales plásticos que posteriormente admitan un proceso de termomoldeado, lo que es imposible sobre papel. El proceso de impresión también plantea algunos problemas técnicos derivados del tiempo de secado de las tintas sobre superficies plásticas.

Posteriormente, en la máquina de moldeado, el plástico ya impreso se calienta a temperaturas del orden de 500 °C y, mediante una técnica de vacío, «adaptarlo» sobre el molde para que se ajuste a él y adquiera sus formas. Tras un proceso de enfriamiento el plástico vuelve a su temperatura ambiente ya en su configuración definitiva.

En la Dirección General del Instituto Geográfico Nacional se trabaja actualmente con una máquina que permite realizar modelos de hasta 100 x 140 centímetros, lo que permite obtener el Mapa de la Península Ibérica 1:1.250.000 en una sola hoja.

Cabe señalar finalmente la importancia de los mapas en relieve para los discapacitados visuales.

Arriba: fresadora informatizada para la realización del modelo.
Abajo: máquina termomoldeadora del IGN





Sección V

Los Atlas. El Atlas Nacional de España

Entre las tareas que tiene encomendada la Dirección General del Instituto Geográfico Nacional figura la realización y actualización del Atlas Nacional de España.

Hacia el año 1880, el entonces Director General del Instituto Geográfico y Estadístico, General Ibáñez de Ibero, intentó poner en marcha un *Atlas Nacional de España* a la manera de la época, esto es, un trabajo descriptivo y estadístico, que además pretendía que se actualizase y publicase año a año.

Como señala en el prólogo el General Ibáñez de Ibero *para completar las otras partes de la obra tan vasta, era indispensable la colaboración de los demás centros directivos, y el concurso de las autoridades de todos órdenes, incluso los Prelados, y de algunos establecimientos científicos.*

El trabajo final *consta de veintitrés artículos y un Mapa Geográfico de la Península e Islas Baleares necesario para ilustrar su lectura* contenido en un volumen de 1.376 páginas, bajo el título *Reseña Geográfica y Estadística de España*, editado en el año 1888.

Hay que recordar que en esos momentos Cuba, Puerto Rico, el archipiélago de Filipinas y las islas Marianas, Carolinas y Palaos son parte integrante de España.

En el prólogo de la obra, el General Ibáñez de Ibero explica su contenido y las partes que componen cada tema. Así, por ejemplo, el primero TERRITORIO se divide en nueve partes: Introducción, Descripción Geológica, Límites, Orografía, Hidrografía, Clima, Caracteres Generales de la Flora, Consideraciones sobre la Fauna y Divisiones Territoriales. Cita a todos los responsables de cada una de las partes de la obra y se hace una referencia a todos los centros, organismos y personas que han proporcionado la información.

El Mapa, a escala 1:1.500.000, formado por el propio General Ibáñez de Ibero con motivo de la división del territorio en zonas militares, es la única ilustración que acompaña al texto. Publicado en 1884, en colores negro y siena, fue reeditado en 1902.

Finalmente señalamos que todo el trabajo de edición fue realizado en la imprenta de la propia Dirección General del Instituto Geográfico y Estadístico.



A pesar de los buenos deseos del General Ibáñez de Ibero, de actualizarlo y editarlo, primero anualmente y más tarde de tiempo en tiempo habrá de transcurrir casi un cuarto de siglo para que se aborde una nueva *Reseña Geográfica y Estadística de España*, ahora en tres tomos, editados sucesivamente en la primavera de 1912, a comienzos de 1913 y a finales de 1914.

En el prólogo del tomo primero se señala que en la mente de todos los sucesores del insigne General (Ibáñez de Ibero) *estuvo la idea de ordenar que se diese a la estampa una nueva edición, cosa que hasta ahora no ha podido realizarse a causa de los múltiples servicios –no más importantes, pero sí más urgentes– en que se ocupa el personal de esta Dirección.*

El trabajo se estructura en doce grandes capítulos y los tres volúmenes constan respectivamente de 692, 496 y 520 páginas.

Es interesante estudiar la evolución española de ese cuarto de siglo, comparando ambas Reseñas. Por ejemplo, es posible ver el incremento de las Obras Públicas, ahora divididas en Carreteras, Ferrocarriles, Tranvías y Puertos o la aparición de la primera Escuela de Aviación, facilitadas por la recuperación económica tras el fin de la sangría que supusieron los Territorios de Ultramar en los años finales del siglo XIX.

Pero quizás la gran novedad e interés de esta Reseña sea la inclusión de una aceptable información gráfica y los primeros mapas temáticos realizados en el Instituto Geográfico y Estadístico.

En 1930, se dicta una Real Orden de 16 de julio, estableciendo la necesidad de publicar, anualmente, un Atlas Geográfico Estadístico, asignando dicho trabajo a la Comisión Permanente del Mapa Económico de España, dentro del Consejo Superior Geográfico del Instituto Geográfico y Catastral de España.

En 1931, tras el cambio de sistema político, del monárquico al republicano, el Consejo Superior Geográfico desapareció por un Decreto de 3 de octubre, creándose la Comisión Interministerial de Cartografía y Geografía Económica, con el propósito de realizar el Mapa Económico o Anuario Geográfico Económico de España.

Los problemas de la formación de grupos de trabajo, la complejidad de la obtención de datos, los medios técnicos de aquella época y la guerra civil española de 1936-1939 imposibilitaron la realización de este Mapa Económico, ya que no pudo ser publicada ninguna información gráfica o literal.

REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL COEFICIENTE DE CRECIMIENTO Ó DESPOBLACIÓN DE LAS DIFERENTES PROVINCIAS DE ESPAÑA DEDUCIDOS PARA CADA PROVINCIA DE LA COMPARACIÓN DE LOS CENSOS DE POBLACIÓN DE 1877 Y 1900.



Instituto Geográfico y Estadístico.

Sección de Artes gráficas.

EXPOSITORES POR PROVINCIAS



Instituto Geográfico y Estadístico.

Sección de Artes gráficas.

La Unión Geográfica Internacional estableció en 1956 un Grupo de Trabajo de Atlas Nacionales, que más tarde daría paso a la Comisión de Atlas Nacionales, sustituida luego por la Comisión de Atlas Nacionales y Regionales. Su propósito general era unificar los criterios de creación y edición de los Atlas Nacionales, que se definían como *atlas geográficos fundamentales y complejos, de determinados países, que contienen una recapitulación y una generalización de los conocimientos científicos contemporáneos en el campo de la Geografía física, económica y política del país considerado*.

De acuerdo con estas ideas, ya en 1955 se había creado en el Instituto Geográfico y Catastral una Comisión del Atlas Nacional con la pretensión de abordar la realización del Atlas Nacional de España.

La Comisión trata de sustituir el viejo concepto de reseña o texto escrito por el moderno de mapa como imagen gráfica, y lo justifica señalando en el prólogo *que poder informar tras unos momentos invertidos en el atento examen de los mapas –que equivaldrían a largas horas de lectura de volúmenes geográficos- es tanto más interesante cuanto que en la vida moderna el factor tiempo es esencial*.

Había dos opciones, editarlo como libro o como una colección de hojas sueltas. Esta última fue la que se adoptó, siguiendo el ejemplo de Dinamarca, Suecia, Suiza...

La técnica utilizada, el esgrafiado sobre cristal, era empleada por muy pocos países en aquella época y fue necesario importar la patente de Suiza. El equipo humano ganó una notable experiencia y calidad en su trabajo. Un avance posterior fue el empleo de la técnica del estabillene insolado.

Es importante destacar el logro de haber conseguido por primera vez la representación a escala 1:500.000 de todo el territorio nacional. Para su realización, los datos fueron obtenidos del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000, cuya conclusión fue previa a estos trabajos.

La falta de fuentes para obtener datos fiables, debido a las circunstancias económicas y sociales, y los problemas de coordinación con los distintos Departamentos de la Administración, fueron algunas de las causas que obstaculizaron la finalización del proyecto.

A pesar de las muchas dificultades, de un proyecto inicial de 100 láminas, de las cuales 28 eran geográficas y 72 temáticas, en 1965 fueron publicadas las 28 láminas geográficas y 24 de las temáticas, bajo la responsabilidad del Instituto Geográfico y Catastral, dejando 42 de éstas últimas pendientes de concluir.

Más adelante fue publicada una *Reseña Geográfica* con 227 páginas y un *Índice Toponímico* con 176 páginas y unos 40.000 topónimos.

Cubierta del DVD (año 2010) de la edición facsimil digital del *Atlas Nacional de España* de 1965. También disponible en <http://www.ign.es/ane/ane1955-1985/>

ATLAS NACIONAL DE ESPAÑA 1955-1985

ATLAS NACIONAL DE ESPAÑA

INSTITUTO GEOGRÁFICO Y CATASTRAL
MADRID - 1965

- EDICIÓN FACSIMIL DIGITAL -

INSTITUTO
GEOGRÁFICO
NACIONAL



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE FOMENTO

ACORTAMOS DISTANCIAS. ACERCAMOS PERSONAS.
www.fomento.es

Por un acuerdo del Consejo de Ministros de 13 de junio de 1986 se encomienda a la Dirección General del Instituto Geográfico Nacional la realización del Atlas Nacional de España, señalándose que a tal efecto consta con la colaboración de los diversos Organismos y Centros directivos a los que está asignada la gestión de asuntos relacionados con las materias objeto de tratamiento y descripción en el Atlas, y también podrá recabar la colaboración de los particulares expertos en estas materias.

- El Atlas Nacional de España se ha estructurado en trece Secciones, y cincuenta Grupos Temáticos, y está siendo editado tanto en cuadernillos independientes como en tomos. El número y distribución de cuadernillos es el siguiente: Información General Básica (4)
- El Medio Terrestre (6)
- El Medio Marino (1)
- Información Demográfica (2)
- Ordenación del Territorio y Actividades Económicas Básicas (3)
- Actividades Industriales (3)
- Transportes y Comunicaciones (7)
- Comercio y Finanzas (4)
- Otras Actividades y Servicios (8)
- Problemas Medioambientales (1)
- El Conocimiento del Territorio (2)
- Información Sociológica (4)

La obra completa consta de cinco tomos más un índice toponímico del mapa 1:500.000 incluido en el tomo I, sobrepasa las dos mil doscientas páginas, con cerca de cuatro mil mapas y centenares de cuadros, gráficos, esquemas, fotografías, textos...

Se han realizado también algunas monografías y ediciones en formato más reducido y se han comenzado a utilizar las nuevas tecnologías digitales actualizando algunos cuadernillos en formato CD y editándose un recopilatorio en formato DVD.

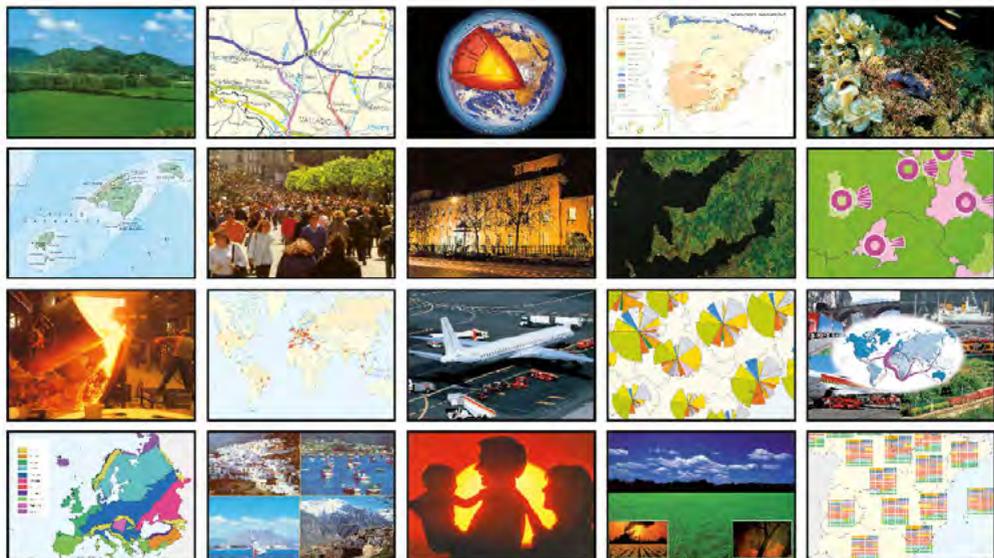
Ya en el siglo XXI se ha trabajado en dos nuevos proyectos: SIANEWEB y Red ANExxi.

Cubierta del DVD de la edición facsímil digital del *Atlas Nacional de España* de 1986-2008

ATLAS NACIONAL DE ESPAÑA

1986

GRUPOS TEMÁTICOS



2008

EDICIÓN FACSIMIL DIGITAL



ACORTAMOS DISTANCIAS. ACERCAMOS PERSONAS.
www.fomento.es

2ª EDICIÓN

Un conjunto de mapas, geográficos y temáticos, metódicamente estructurados en función de un plan constituye lo que se denomina un Atlas. Un Atlas puede referirse a un Estado, a una región, a una provincia, etc.; también pueden prepararse en relación con una actividad determinada: Atlas Meteorológico, Atlas de la Historia de España, Atlas del Transporte, etcétera.

Se denominan mapas temáticos los destinados a la representación de fenómenos concretos, localizables en un medio geográfico y a veces en un espacio temporal. En estos mapas la base geográfica se suele representar simplificada, de forma monocolor, para que sirva como elemento de referencia de la información superpuesta.

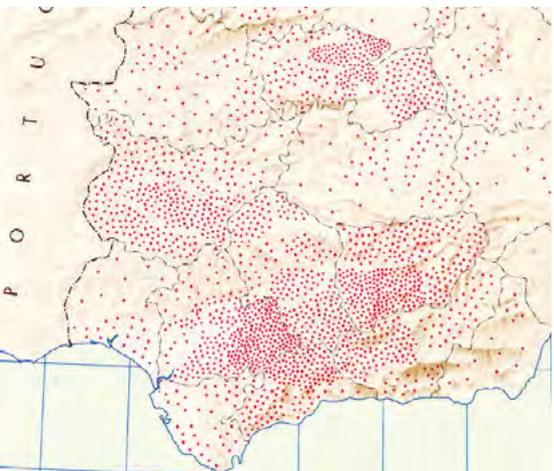
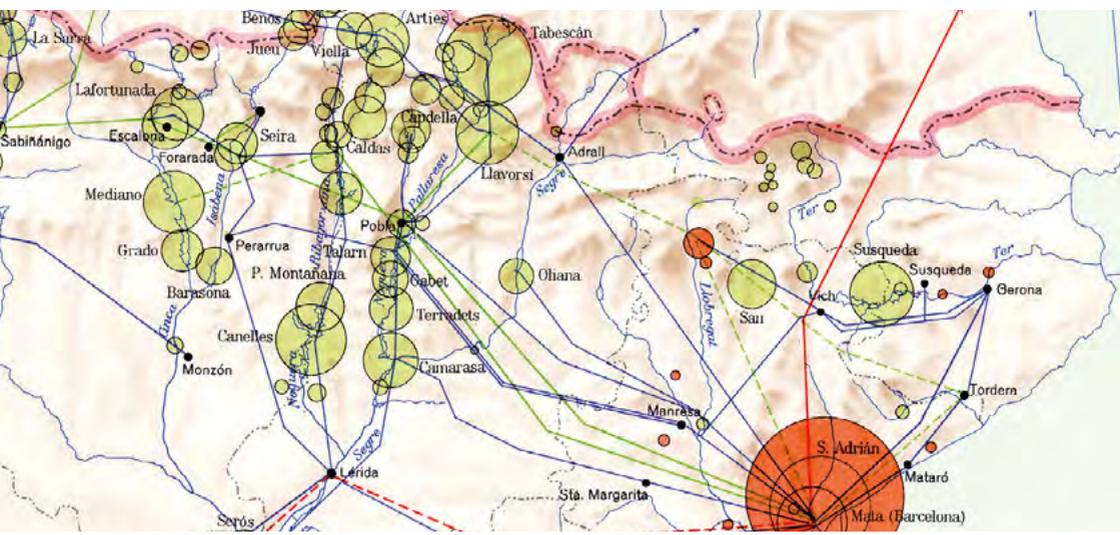
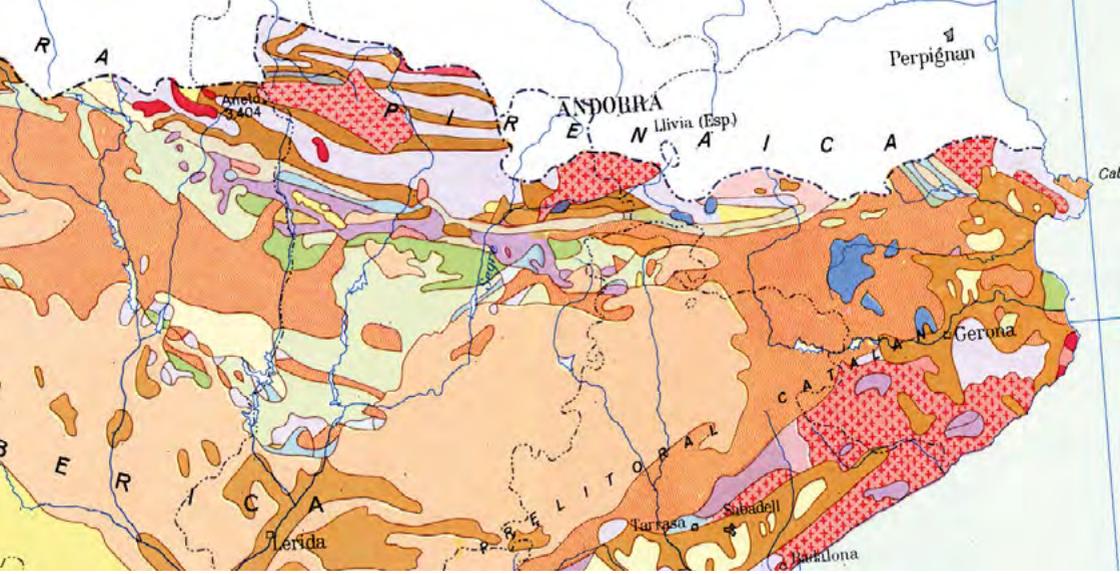
Los temas que se pueden representar en un mapa son muy variados. Pueden referirse a aspectos de la naturaleza (geología, edafología, hidrología, embalses, forestales, etc.); otros a la diversa utilización del suelo por el hombre (agrícolas, industriales, mineros, etc.); otros a las situaciones y actividades del hombre en sus más variados aspectos (demográficos, lingüísticos, de actividades económicas, transportes, etc.); incluso al desarrollo y metamorfosis de un pueblo a lo largo de su historia (mapas históricos). En general, todo fenómeno medible y cuantificable o cualificable puede ser reflejado en un mapa.

Los criterios de representación en el mapa es otro factor a considerar. Cabe la posibilidad de preparar mapas zonificados con una clave de colores, a la manera de las tintas hipsométricas. Otro sistema empleado es mediante líneas que unen los puntos de igual cuantificación de un parámetro determinado (días de lluvia, horas de sol...).

Cabe también la posibilidad de representar datos estadísticos mediante elementos gráficos (puntos, círculos, barras, esferas...). A veces incluso es necesario representar en el mapa datos referidos a dos o más épocas, con lo que se introduce un factor dinámico en la representación cartográfica.

En las manos del cartógrafo y dependiendo de sus conocimientos y creatividad, queda la posibilidad de producir mapas de rápida comprensión y fácil impacto visual.

Fragmentos de láminas temáticas del Atlas Nacional de España (1965): Lámina 29. Mapa estratigráfico, escala 1:2.000.000. Lámina 59. Líneas y centrales eléctricas, escala 1:2.000.000. Lámina 75. Cultivos II (garbanzos), escala 1:8.000.000. Lámina 39. Meteorología (días de lluvia), escala 1:8.000.000



La publicación *España en mapas. Una síntesis geográfica* del **Atlas Nacional de España** presenta de una manera sintética, integrada y razonada la geografía e historia de nuestro país a través de mapas, gráficos, ilustraciones, imágenes, tablas y textos.

Ha sido elaborada por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) entre los años 2015 y 2018, en una nueva etapa del Atlas Nacional de España que se ha denominado ANE del siglo XXI (ANExxi).

Como proyecto necesariamente colaborativo, han participado una red de organizaciones científicas y académicas (Red ANExxi) y numerosas entidades de la Administración General del Estado.

La Red ANExxi está constituida actualmente por 34 universidades, el Instituto de Economía, Geografía y Demografía del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, la Real Academia de la Historia, la Biblioteca Nacional de España y la Asociación de Geógrafos Españoles. Los más de 150 investigadores y docentes de las organizaciones miembros de la Red han realizado la colaboración científica, aunque también se ha contado con otros asesores científicos cuyas organizaciones no forman parte de la Red.

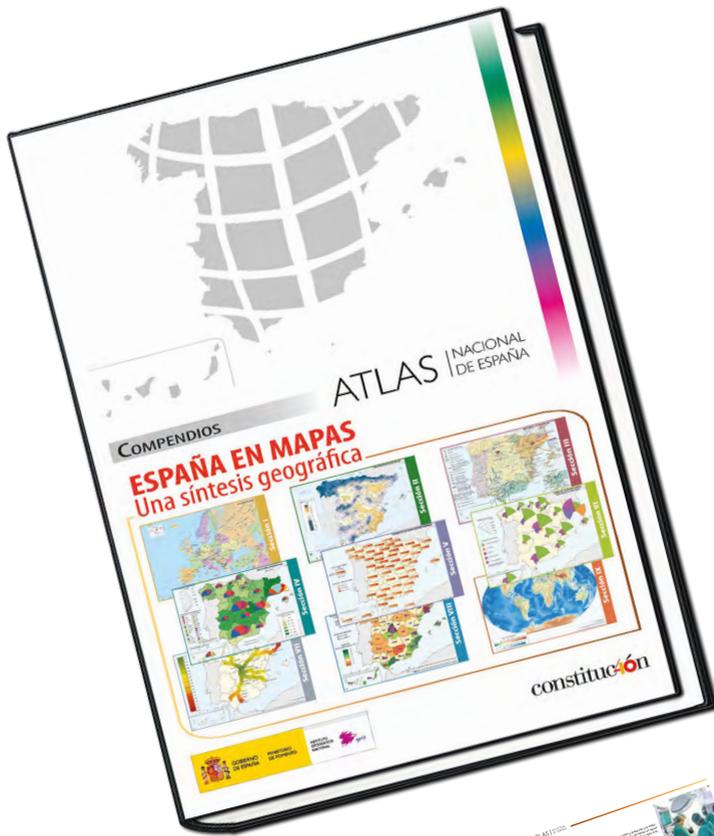
Igualmente han participado más de 120 entidades de la Administración General del Estado y de organismos internacionales para proporcionar o dar acceso a datos oficiales y para el asesoramiento científico sobre dichos datos.

Esta publicación refleja la nueva estructura temática del ANExxi, definida conjuntamente con los colaboradores científicos, constituida por nueve secciones:

- I. Conocimiento geográfico y cartografía
- II. Medio natural
- III. Historia
- IV. Población, poblamiento y sociedad
- V. Actividades productivas y económicas
- VI. Servicios y equipamientos sociales
- VII. Sistemas de transportes y comunicaciones
- VIII. Estructura territorial
- IX. España en el mundo

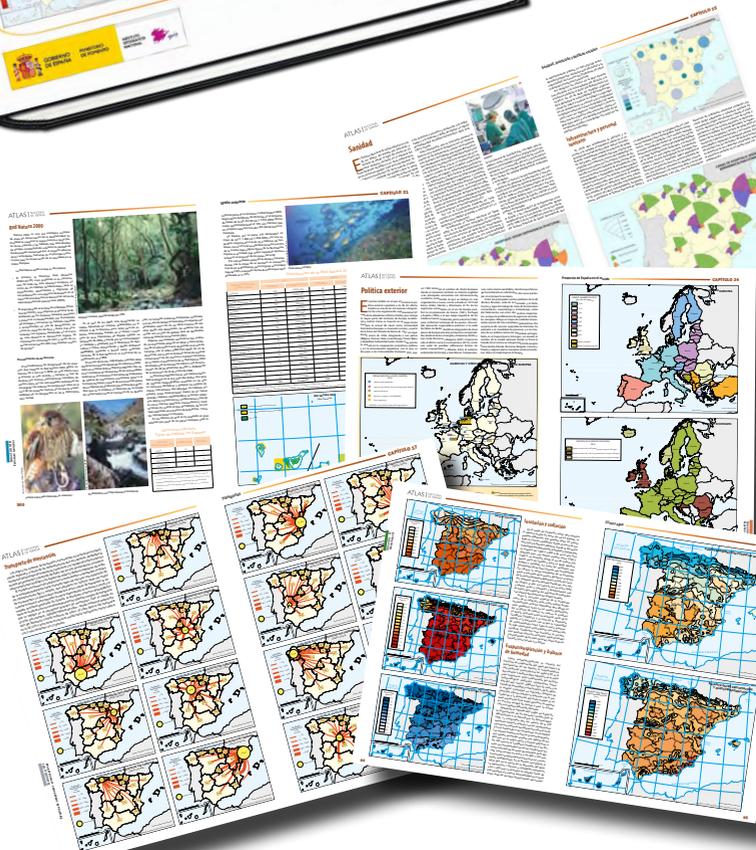
Estas secciones se subdividen en 24 temas (capítulos) que se desagregan, a su vez, en 74 subtemas (subcapítulos). Alguna sección (España en el mundo) y muchos temas y contenidos son nuevos o reciben un tratamiento muy novedoso como por ejemplo los de referencias históricas, asentamientos humanos, estructura territorial, etc.

Cubierta, estructura temática y algunas páginas del compendio *España en mapas. Una síntesis geográfica* del Atlas Nacional de España



ESTRUCTURA TEMÁTICA

SECCIÓN I	CONOCIMIENTO GEOGRÁFICO Y CARTOGRAFÍA
Capítulo 1	Representación cartográfica y tipos de conocimientos geográficos
Capítulo 2	Cartografía general de referencia y temática
SECCIÓN II	MEDIO NATURAL
Capítulo 3	Estructura tectónica y formas de relieve
Capítulo 4	Clima y aguas
Capítulo 5	Biogeografía y suelos
SECCIÓN III	HISTORIA
Capítulo 6	Referencias históricas
SECCIÓN IV	POBLACIÓN, POBLAMIENTO Y SOCIEDAD
Capítulo 7	Demografía
Capítulo 8	Asentamientos humanos
Capítulo 9	Salud
SECCIÓN V	ACTIVIDADES PRODUCTIVAS Y ECONÓMICAS
Capítulo 10	Actividades agrarias y pesqueras
Capítulo 11	Minería, energía, industria y construcción
Capítulo 12	Turismo
Capítulo 13	Comercio y servicios
SECCIÓN VI	SERVICIOS Y EQUIPAMIENTOS RENTALES
Capítulo 14	Educación, ciencia, cultura y deportes
Capítulo 15	Salud, protección y políticas sociales
Capítulo 16	Seguridad y justicia
SECCIÓN VII	SISTEMA DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
Capítulo 17	Transportes
Capítulo 18	Comunicaciones
SECCIÓN VIII	ESTRUCTURA TERRITORIAL
Capítulo 19	Estructura económica
Capítulo 20	Paisaje
Capítulo 21	Medio ambiente
Capítulo 22	Articulación territorial
SECCIÓN IX	ESPAÑA EN EL MUNDO
Capítulo 23	España en el contexto geográfico mundial
Capítulo 24	Presencia de España en el mundo



El Atlas del siglo XXI se publica a través de diferentes soportes (impreso y digital) y canales de comunicación. La versión impresa cuenta con más de 600 páginas que incluyen alrededor de 1250 contenidos, de los cuales más de 800 son mapas.

Hay un gran número de mapas temáticos, tanto cuantitativos como cualitativos; la mayoría con múltiples variables, y en ocasiones de distintas series temporales. Aunque predominan los mapas de España también se incluyen otras áreas geográficas (Europa, mundo, etc.). Los datos se han cartografiado con diferentes niveles de agregación (países, regiones de diferentes tipos, comunidades autónomas, provincias, municipios, comarcas, distritos, etc.) según las necesidades y su disponibilidad.

Incluye también 215 gráficos estadísticos y el resto de los contenidos son fundamentalmente ilustraciones, imágenes y tablas. Los textos, escritos por los colaboradores científicos, hilvanan los contenidos y destacan los aspectos más importantes.

La publicación se puede consultar u obtener a través de diferentes canales de la web del IGN:

La obra impresa y encuadrada en tapa dura se podrá obtener, bajo demanda, a través de la Tienda virtual del CNIG:

<https://www.cnig.es/cargarHome.do>

La obra completa en formato PDF se podrá descargar gratuitamente en apartado Libros digitales:

<http://www.ign.es/web/ign/portal/publicacionesboletines-y-libros-digitales>

Los capítulos completos y los contenidos gráficos se pueden visualizar y descargar en formato PDF a través del portal España en mapas:

<http://www.ign.es/web/ign/portal/espana-en-mapas>

Cada mapa con sus datos, metadatos y ficheros gráficos georreferenciados asociados se pueden descargar en el producto Mapas temáticos del ANE:

<http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/catalogo.do?Serie=RTANE#selectedSerie>

A través del Buscón del ANE también se pueden consultar todos los contenidos:

<http://www.ign.es/ane/bane/>

Las bases cartográficas utilizadas se pueden descargar en el producto CartoBaseANE (Bases cartográficas del ANE):

<http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/catalogo.do?Serie=RTANE#>

Esta publicación se actualizará periódicamente con el fin de ofrecer una imagen actualizada, global y sintética de las características geográficas e históricas de nuestro país. En la siguiente actualización que se iniciará el año 2019 se pretende realizar también una versión en inglés, conscientes de que el Atlas Nacional de España proporciona la imagen real de nuestro país.

Castellano | Català | Euskera | Galego | Valencià | English

Instituto Geográfico Nacional
CENTRO NACIONAL de INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Inicio | Quiénes somos | Actividades | Servicios al ciudadano | Noticias de actualidad | Contactar | Búsqueda personalizada

Actividades | Atlas Nacional de España | España en mapas

España en mapas

Una síntesis geográfica

Esta publicación es un compendio de la geografía e historia de España.

Esta página web permite la descarga de sus capítulos y contenidos gráficos. Podrá consultar alrededor de 1200 elementos gráficos, de los cuales más de 800 son mapas que muestran múltiples variables, secuencias temporales, distintos ámbitos geográficos y diversos niveles de agregación territorial.

La publicación completa se podrá descargar próximamente en la sección Libros digitales y comprar impresa y encuadernada en tapa dura en la Tienda Virtual.

Consulte sus Prólogos y Presentación, así como la Bibliografía e índices, Participantes y Portada y contraportada de la versión actual.



Escriba por nombre del mapa o Tema

SECCIÓN V. CONOCIMIENTO GEOGRÁFICO Y CARTOGRAFÍA

Página web de la obra *España en mapas. Una síntesis geográfica* del Atlas Nacional de España

Castellano | Català | Euskera | Galego | Valencià | English

Instituto Geográfico Nacional
CENTRO NACIONAL de INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Inicio | Quiénes somos | Actividades | Servicios al ciudadano | Noticias de actualidad | Contactar | Búsqueda personalizada

SECCIÓN V. ACTIVIDADES PRODUCTIVAS Y ECONÓMICAS

TEMA V.1. Actividades agrarias y pesqueras. [Descargar tema/capítulo \(PDF\)](#)

SUBTEMA V.1.1. Actividades agrarias.
SUBTEMA V.1.2. Pesca y acuicultura.

TEMA V.2. Minería, energía, industria y construcción. [Descargar tema/capítulo \(PDF\)](#)

SUBTEMA V.2.1. Minería.
SUBTEMA V.2.2. Energía.
SUBTEMA V.2.3. Industria.
SUBTEMA V.2.4. Construcción.

TEMA V.3. Turismo. [Descargar tema/capítulo \(PDF\)](#)

SUBTEMA V.3.1. Oferta turística.
SUBTEMA V.3.2. Demanda turística.

TEMA V.4. Comercio y servicios. [Descargar tema/capítulo \(PDF\)](#)

SUBTEMA V.4.1. Comercio interior.
SUBTEMA V.4.2. Comercio exterior.
SUBTEMA V.4.3. Servicios financieros.

SECCIÓN VI. SERVICIOS Y EQUIPAMIENTOS SOCIALES

TEMA VI.1. Educación, ciencia, cultura y deporte. [Descargar tema/capítulo \(PDF\)](#)

Desde la página web se pueden descargar gratuitamente los capítulos completos o los recursos individuales que se deseen



Sección VI

Elaboración y uso del mapa

A lo largo de estas páginas te hemos ido introduciendo en un mundo nuevo y quizás desconocido para ti hasta ahora: la Cartografía.

Estamos seguros que a partir de ahora, cuando un mapa llegue a tus manos, lo observarás y analizarás con otro sentido, nuevo y distinto, de cómo lo has venido haciendo. Ahora conoces el cómo y el porqué de muchas de las cosas que aparecen en un mapa. Quizás puedas decir a partir de ahora que un mapa es un buen amigo del hombre.

Pero también queremos hacerte una invitación. Prueba a hacer un mapa sencillo. Inténtalo, no es tan difícil. Sólo necesitas un transportador, lápiz, papel, unas pocas clavijas o chinchetas y un pequeño tablero de dibujo para sujetar el papel.

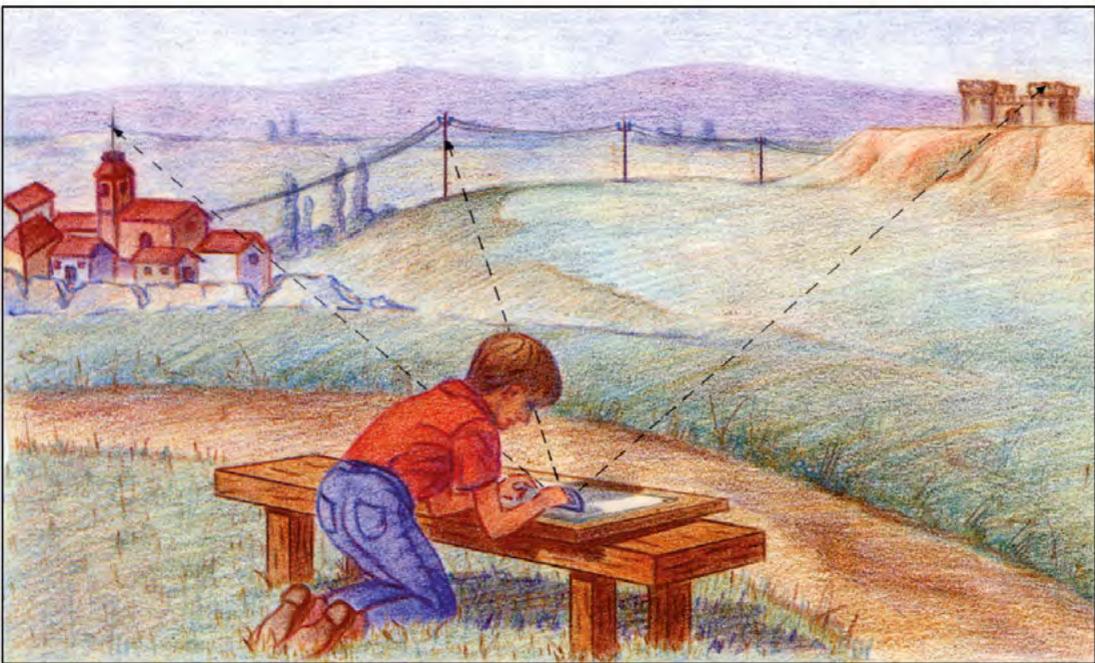
En el campo, en el parque, en tu urbanización seguro que hay sitios adecuados para hacer la prueba. Elige una zona con buenos puntos de vista. Si no dispones de cinta métrica marca una línea en el terreno y mídela a pasos, 200 o 100 metros son más que suficientes.

Coloca alguna piedra como marca de los extremos de la línea de base trazada, A y B. Traslada esta línea de base al papel, no olvidando considerar la escala; por ejemplo, 100 metros = 10 centímetros en el papel (escala 1:1.000).

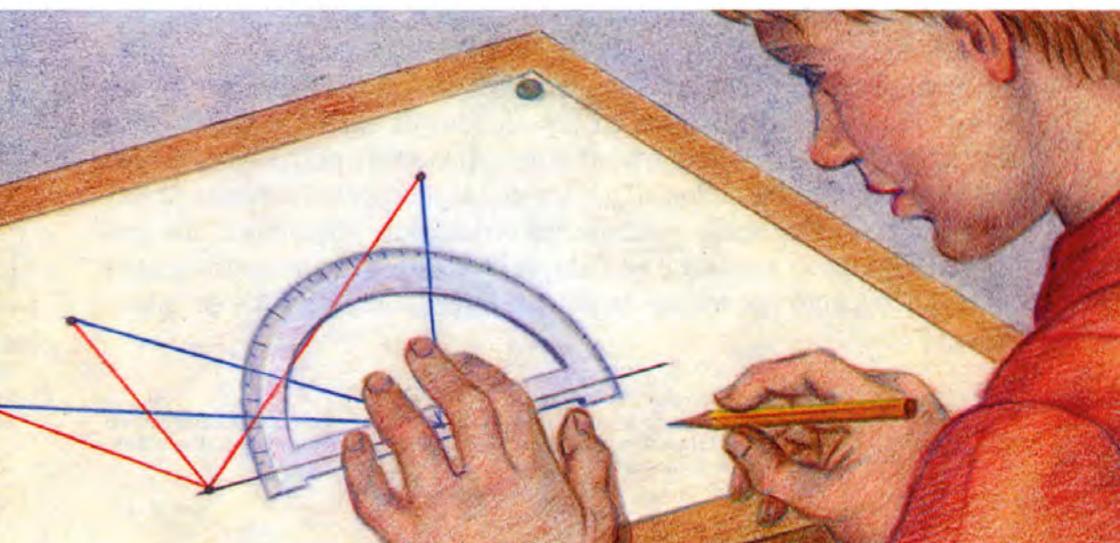
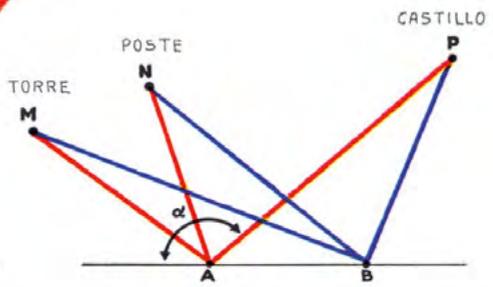
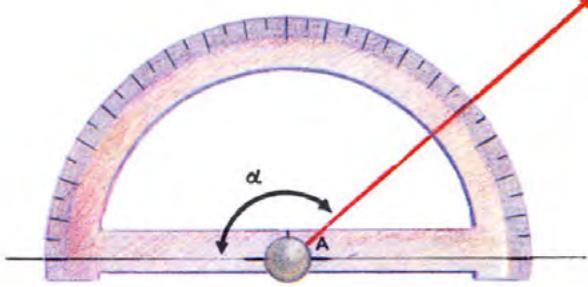
Colócate en posición con el tablero horizontal en el punto A y fija el transportador sobre el punto A del papel con su línea recta ajustada a la línea de base dibujada. Dirige visuales a puntos característicos del terreno: la torre de una iglesia, un poste eléctrico, una chimenea, etc. y tras anotar las lecturas dibuja las visuales. Trasládate ahora al punto B del terreno y repite la operación sobre los mismos puntos.

Cada par de visuales a un objeto, desde A y desde B, determinarán la posición del objeto. Y esto puedes repetirlo con todos los objetos que desees representar en tu mapa.

Incluso con tu brújula puedes orientar tu mapa, señalando el norte magnético y luego el norte verdadero. Y si te atreves, hasta puedes empezar alguna pequeña triangulación...



VISUAL A
CASTILLO



El proceso de realización de un mapa topográfico es laborioso y complejo, requiere el esfuerzo de numerosos especialistas cartográficos y técnicos de artes gráficas.

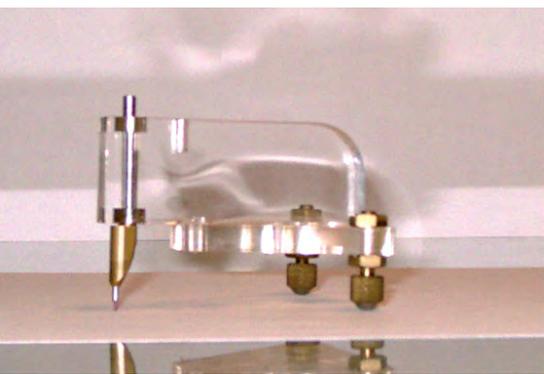
En un resumen conciso, las operaciones necesarias para realizar un mapa topográfico una vez definida la escala y demás características pueden ser:

- a) Proyecto del vuelo fotogramétrico, ya sea de avión o de dron.
- b) Realización del vuelo fotogramétrico en función de las condiciones legales y meteorológicas.
- c) Definición de los puntos de apoyo (x, y, z) a partir de la toma de datos con tecnología GPS (Global Positioning System).
- d) Restitución del vuelo fotogramétrico y encaje sobre la red de los puntos de apoyo para dar coordenadas (x, y, z) a todo el modelo tridimensional del terreno. Obtención digital de la minuta del mapa.
- e) Trabajo de campo complementario sobre la minuta para resolver dudas in situ y efectuar la recopilación toponímica.
- f) Incorporación de datos de campo al documento según las normas de redacción cartográfica correspondientes a esa escala.
- g) Proceso de preimpresión para obtener el fichero PDF (Portable Document Format) de separación de colores.

Todos estos procesos han sufrido constantes evoluciones y mejoras en las últimas décadas, sobre todo desde la introducción de las ciencias de la información en la cartografía.

Remitiéndonos exclusivamente al proceso final, desde un dibujo sobre cristales emulsionados (1950-1965), se pasó al proceso de esgrafiado con puntas de zafiro sobre plásticos emulsionados (1965-1995), y más tarde a trabajar directamente sobre pantalla de ordenador, obteniéndose las separaciones de colores no ya por procedimientos fotográficos, sino por medio de potentes trazadores láser que insolan las planchas litográficas de las máquinas de impresión.

Imagen superior: esgrafiado de curvas sobre insolado. Imagen central izquierda: instrumento para esgrafiar. Imagen central derecha: negativo de hidrología. Imagen inferior: negativo de curvas de nivel



La realización de un mapa derivado o de uno temático sigue caminos muy diferentes de los anteriormente expuestos para los mapas topográficos.

Un mapa derivado, como su propio nombre señala, procede o se deriva de otro u otros anteriormente existentes. Normalmente se forman pasando de una escala mayor (con denominador menor) a otro de escala menor (con denominador mayor). Así, por ejemplo, a partir del Mapa Topográfico Nacional 1:50.000 se ha formado la serie de Mapas Provinciales a escala 1:200.000, mediante un proceso de «compilación».

Este trabajo requiere una notable experiencia, ya que hay que seleccionar, discerniendo, qué información es necesario conservar y cuál no es necesaria o es superflua a la escala requerida. Piénsese que, por ejemplo, al pasar del 1:50.000 al 1:200.000 un espacio de, por ejemplo, 4 x 4 cm se reduce a 1 x 1 cm, esto es, a la dieciseisava parte del original.

Además hay que realizar un trabajo de «generalización» que es una simplificación selectiva de la información, básicamente de los elementos lineales (curvas de nivel, líneas de costa, cursos de agua, viales...).

Por otro lado, un mapa temático representa un fenómeno cualitativo, cuantitativo... sobre una base geográfica generalmente sencilla y de pequeña escala. Por ejemplo, en el Atlas Nacional de España, la mayor escala de representación del mapa de España es la 1:2.000.000, trabajándose también con escalas 1:4.500.000, 1:6.500.000 y 1: 9.000.000.

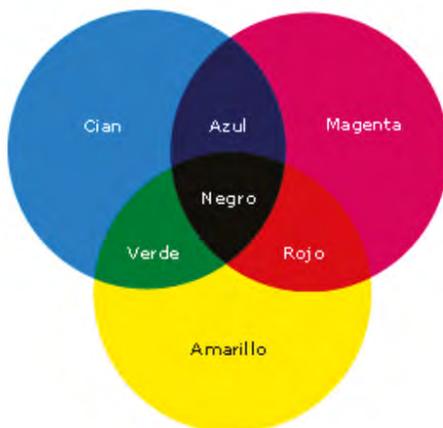
Lo importante en estos mapas es la información temática que sobrecarga, que se sobrepone, sobre la información de base. Y por ello lo más importante es decidir qué tipo de representación vamos a elegir para que el usuario pueda lo más rápidamente posible captar, percibir, toda la carga informativa contenida en el mapa.

En los momentos actuales, en ambos casos se trabaja sobre pantallas con programas adecuados para cada caso, que permiten en los mapas derivados, simplificar los procesos de generalización y en los mapas temáticos estudiar diversas posibilidades de representación y de elección de colores.



Resulta evidente que el color es el gran aliado del mapa. Muchas veces el usuario se siente atraído o fascinado por el color y la estética del mapa sin reparar o analizar en su calidad intrínseca del mismo y en la fiabilidad de la información, ya sea topográfica, general o temática, que se presenta.

Antiguamente, en la realización de los mapas topográficos se usaba básicamente el procedimiento de separar los colores para su impresión: negro, siena, rojo, azul, verde... El uso de la cartografía digital aproximó los mapas a las artes gráficas permitiendo el tratamiento del color basada en su síntesis sustractiva.



La mezcla de tintas de los tres colores sustractivos primarios permite la obtención de todos los matices cromáticos. A partir de la superposición del cian, del magenta y del amarillo es posible obtener todos los colores. Utilizando, por ejemplo, porcentajes del 0% al 100% de cada color, es posible obtener $100 \times 100 \times 100 =$ un millón de colores.

Generalmente a los tres colores primarios se añade otro, el negro, para aumentar el contraste. En este caso la selección de color se denomina cuatricromía. Esta técnica permite reducir la impresión de un mapa a cuatro pasadas por máquina, o a una única pasada por una máquina de cuatro cuerpos, reduciendo notablemente los costes de producción del mapa.

Con estos mimbres se pueden usar infinidad de combinaciones de colores que permitirán el uso de gamas y gradaciones que faciliten la representación y la lectura de cualquier tipo de fenómeno representable en un mapa, tanto si es puntual, lineal como superficial.



Selección de color cuatricromía para la edición de un mapa provincial a escala 1:200.000

El proceso final de todo trabajo cartográfico es la impresión y la puesta a disposición del usuario.

La impresión cartográfica se realiza básicamente en litografía o en sus diferentes aplicaciones industriales.

Básicamente, este sistema está basado en un principio fisicoquímico que tiene su origen en la natural incompatibilidad que se produce entre el agua y los cuerpos grasos. La plancha, piedra calcárea en sus orígenes, se humedece y el elemento de impresión creado por el dibujo trazado con lápiz o un elemento graso retiene la tinta, mientras la parte inactiva, por estar húmeda, la repele.

En la actualidad, la plancha de piedra calcárea ha sido sustituida por una plancha metálica y el dibujo no se traza, sino que se pasa a la plancha por medio de procesos fotoquímicos. Y la impresión no se realiza directamente sobre el papel, sino a través de un elemento intermedio o mantilla, que actúa como elemento de calco o de transmisión.

Las antiguas máquinas, planas, y de poca velocidad, han sido sustituidas por máquinas offset rotativas de alta velocidad.

Cada positivo final se transmite a una plancha, y el dibujo sobre la plancha y su transmisión a la mantilla vendrá «afectado» por la tinta proveniente de un determinado tintero. El color de la tinta del tintero proporcionará la impresión sobre el papel. Las sucesivas impresiones de todos los positivos finales, cada uno con la tinta de su color, completan la impresión del mapa.

Las máquinas rotativas pueden ser de un cuerpo (para un color) de dos (para dos colores) y de cuatro (para cuatro colores), donde es posible imprimir una cuatricromía (cuatro positivos finales) en una única operación.

Es interesante señalar que el papel para impresiones cartográficas debe cumplir ciertos requisitos para ser adecuado a su función, por ejemplo ser impermeables al agua cuando se usan a la intemperie.

En la actualidad es posible obtener las planchas metálicas para las rotativas de impresión directamente desde un sistema informático (ver capítulo 76).



Generalmente, todos los mapas están editados con el Norte en la parte superior de la hoja. Para poder orientarse con un mapa en el campo o en un territorio desconocido es necesario disponer de una brújula.

Sabemos que la dirección que nos indica la brújula (norte magnético) y el norte verdadero forman un ángulo (declinación magnética) que varía con cada lugar y con el tiempo.

El Instituto Geográfico Nacional publica con cierta periodicidad un Mapa geomagnético de isógonas (líneas que unen los puntos de igual declinación magnética) donde se puede obtener el valor de la declinación magnética para cualquier punto del territorio nacional en un momento dado y el valor de la variación anual de esta declinación magnética. También se puede obtener en el enlace:

<http://www.ign.es/web/ign/portal/gmt-area-geomagnetismo>

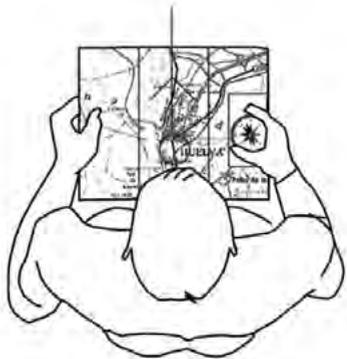
Así, por ejemplo, para Madrid (hoja 559 del MTN50) el valor de la declinación magnética el 1 de enero de 2012 era de $1^{\circ}31'$ Oeste, disminuyendo $7,5'$ por año. Entonces para el 1 de octubre de 2019 la declinación magnética de la brújula sería $1^{\circ}31'$ Oeste - $(2019,75 - 2012,0) \times 7,5' = 1^{\circ}31'$ Oeste - $58' = 0^{\circ}33'$ Oeste.

Para facilitar su conocimiento, todas las hojas del Mapa Topográfico Nacional, escalas 1:50.000 y 1:25.000, llevan en su margen inferior, zona central, un gráfico con datos sobre la declinación magnética y su variación referidos al centro de la hoja, valores que pueden ser tomados como medios para el territorio representado en la hoja.

Para orientarse en un mapa coloque su brújula sobre él y determine el norte magnético con su aguja. Ahora gire lentamente el mapa hasta que la dirección que corresponde al norte geográfico forme con la aguja de la brújula el ángulo que corresponde a la declinación magnética. Esa es la dirección del norte geográfico.

En algunos países están muy extendidas, por su carácter eminentemente formativo y por lo que significa de contacto de la juventud con la naturaleza, las denominadas carreras de orientación (ver capítulo 75). Consisten en descubrir unos puestos de control que han sido señalados en el mapa con precisión. Entre los controles el itinerario es libre. El mapa y una brújula permiten encontrarlos y saber en todo momento dónde estamos.

Asimismo el usuario se puede ubicar en el mapa empleando el sistema GPS de su teléfono móvil, obtener el valor de las coordenadas geográficas de su posición y trasladarlas al mapa para conocer su situación en él.

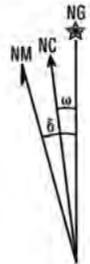


DECLINACIÓN

DATOS PARA EL CENTRO DE LA HOJA

Valor medio de la declinación magnética para el 1 de enero de 2012 $\delta = 1^{\circ}31'$ Oeste

La declinación disminuye cada año 7,5'



Las carreras de orientación son un verdadero deporte popular, que puede practicarse bien con fines competitivos, o bien como un medio de acercarse a la naturaleza por una familia que únicamente desea pasar un agradable día de campo y al aire libre.

Se practica en cualquier tipo de terreno y solamente es necesario disponer de dos elementos: un mapa y una brújula.

El objetivo es encontrar unos puntos de control, o balizas en el terreno, que previamente aparecen señaladas con precisión en el mapa. Estos puntos de control y balizas se encuentran situadas en lugares característicos, por lo general no visibles desde lejos.

El mapa permite localizar los puntos de control y balizas ayudándose con la brújula, que nos posibilita la orientación, y conocer en cada momento nuestra ubicación.

El corredor certifica su paso por los controles y balizas copiando sobre una tarjeta su código alfanumérico (formado por una combinación de tres o cuatro letras y números) o bien perforando su tarjeta con una pinza.

La lectura del mapa obliga a prestar una adecuada atención al relieve de la zona en la que nos estamos moviendo y a la vegetación, que son referencias importantes cuando nos movemos en una zona donde no hay caminos. La escala de estos mapas suele ser entre 1:5.000 y 1:10.000 debido a necesitar mayor grado de detalle.

La simbología y color responden a unas circunstancias específicas para los usuarios de este tipo de cartografía.

En España existe la Federación Española de Orientación, estructurada en Federaciones Territoriales, clubes y asociaciones locales que agrupan a los aficionados y practicantes de estas especialidades y celebran numerosas competiciones de distintos niveles.

PARQUE DE LA ALHONDIGA

ESCALA 1/5.000

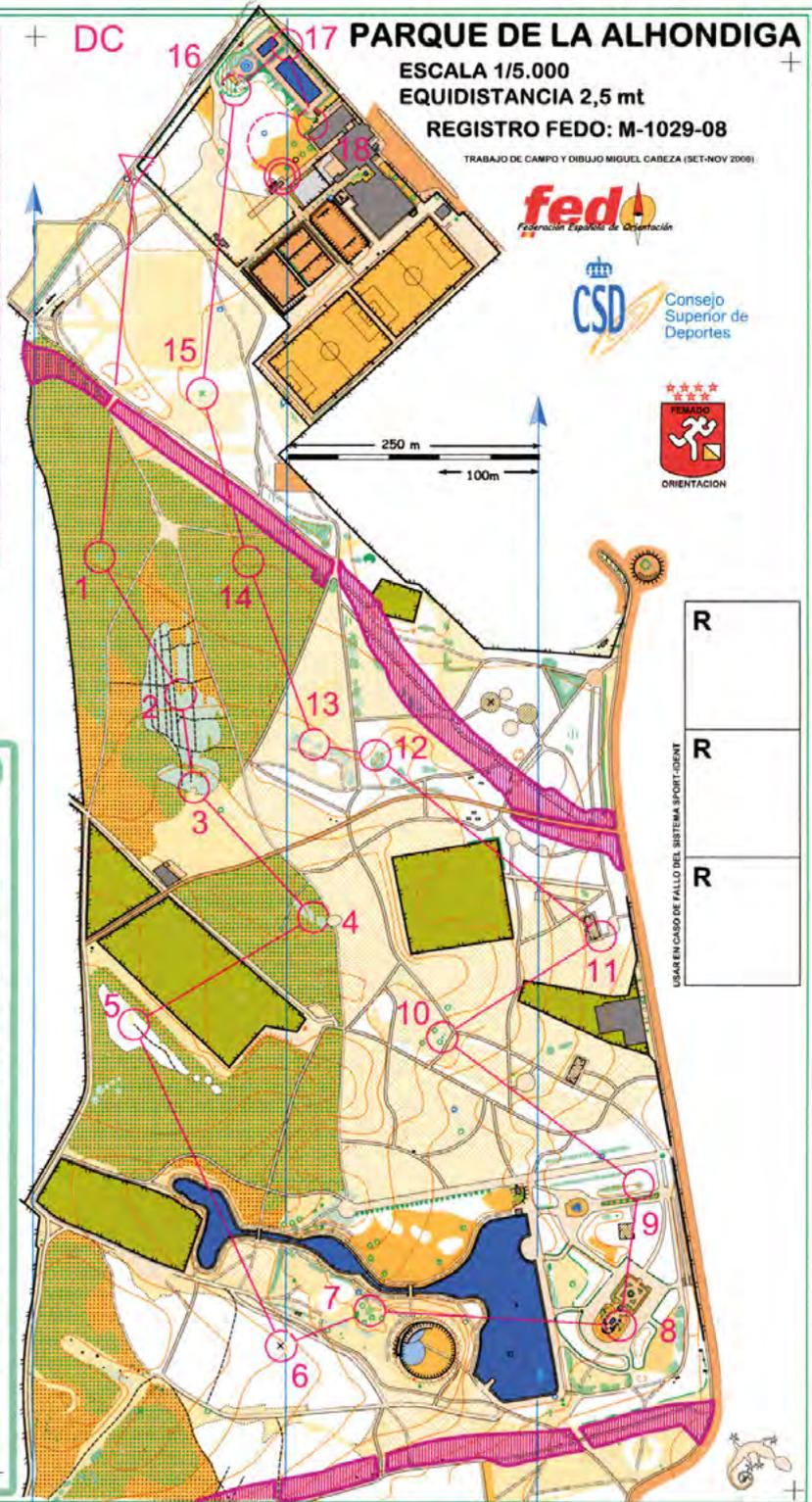
EQUIDISTANCIA 2,5 mt

REGISTRO FEDO: M-1029-08

TRABAJO DE CAMPO Y DIBUJO MIGUEL CABEZA (SET-NOV 2008)



DC	3,7 km	40 m
1	32	
2	35	
3	36	
4	40	
5	41	
6	47	
7	46	
8	50	
9	45	
10	43	
11	44	
12	39	
13	38	
14	34	
15	51	
16	53	
17	54	
18	200	



R
R
R

USAR EN CASO DE FALLO DEL SISTEMA SPORT-IDENT

LEYENDA

- Curvas de nivel / maestras
- Curva auxiliar / terraplén
- Surco de erosión / profundo
- Loma pequeña / cota
- Depresión grande / pequeña
- Muro de tierra / derruido
- Río continuo / estacional
- Depresión / hoyo con agua
- Lago / pantano impenetrable
- Zona encharcada/estacional
- Pozo / fuente / arroyo
- Terreno abierto / semiabierto
- Abierto / semiab. con veget.
- Bosque: carrera rápida/lenta
- Bosque: muy lenta/dirección
- Veget. baja: lenta/muy lenta
- Veget. impenetrable / cultivos
- Viñedos / frutales u olivos
- Límites vegetal / cortafuegos
- Carretera asfaltada
- Pista forestal
- Camino ancho / estrecho
- Sendá grande / pequeña
- Vía de tren / puente o paso
- Línea eléctrica / poste
- Línea alta tensión / poste
- Muro de piedra / derruido
- Muro de piedra alto (>1.5m)
- Valla franqueable / rota
- Valla infranqueable (>1.5m)
- Edificios / casas / ruinas
- Propiedad privada prohibida
- Conducción franq. / infranq.
- Torre grande / pequeña
- Cortado franq. / infranq.
- Hoyo en piedra / en tierra
- Piedra pequeña / grande
- Zona / grupo de piedras



Sección VII

La cartografía del siglo XXI

Las modernas tecnologías informáticas han afectado las diferentes áreas de la actividad humana, incluyendo las distintas áreas del trabajo cartográfico.

El Real Decreto 1056/1995 señaló como funciones de la Subdirección General de Geomática y Teledetección, del Instituto Geográfico Nacional, las de:

- Formación, producción y explotación de bases cartográficas numéricas y modelos digitales del terreno.
- Diseño, mantenimiento y explotación del Sistema de Información Geográfica Nacional y planificación y desarrollo de nuevos sistemas y aplicaciones, así como la prestación de asistencia técnica en la materia.
- Almacenamiento de la información digital de la Dirección General del Instituto Geográfico Nacional y el apoyo y asistencia informáticos a las demás unidades del organismo.
- Investigación, desarrollo y aplicación cartográfica de la teledetección y del tratamiento digital de imágenes.

Desde entonces, la evolución ha sido constante. Se inició con el Mapa Topográfico Nacional 1:25.000 y más tarde se fueron incorporando la serie 1:50.000, los Mapas Provinciales 1:200.000, y paulatinamente toda la cartografía, que ha pasado a producirse por procedimientos digitales.

La separación de colores tradicional (negro, rojo, azul, verde, siena...) ha dado paso a la realización en cuatricromía (cyan, magenta, amarillo y negro).

La producción de positivos y la posterior obtención de las planchas metálicas para las rotativas de impresión, han dado paso a las técnicas de impresión digital, que simplifican y abaratan la publicación de cartografía o a la utilización de equipos CTP (Computer to Plate), que posibilita obtener las planchas directamente desde la pantalla del ordenador para la impresión offset.

En la actualidad estas actividades las realiza la Subdirección General de Geodesia y Cartografía (Real Decreto 953/2018).

Arriba: equipo utilizado para la impresión digital.

Abajo: elaboración de planchas con CTP (*Computer To Plate*) del IGN



Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son el resultado de la aplicación de las Tecnologías de la Información a la gestión de la Información Geográfica. Se definen como sistemas compuestos por hardware, software, datos, recursos humanos y una organización, que permite la captura, almacenamiento, recuperación, manipulación, análisis, presentación y edición de la información geográfica, que permiten resolver problemas complejos de planificación y control.

Los SIG pueden ser utilizados para la investigación científica, la gestión de recursos, la arqueología, la gestión del medio ambiente, la cartografía, la planificación territorial y urbanística, la sociología, la gestión catastral, etcétera.

En un SIG se almacena información referenciada geográficamente (con lo que es posible conocer la localización de cada elemento captado) e información alfanumérica (con lo que es posible conocer datos sobre las características o atributos de cada elemento geográfico).

Un SIG descompone habitualmente la realidad en distintos temas (orografía, litología, hidrografía, asentamientos, vegetación, redes viarias, límites administrativos, etc.) que se configuran como capas o estratos de información. El analista puede trabajar realizando una selección de las capas en función de sus necesidades.

El primer SIG nació en Canadá en 1962 como una necesidad para gestionar los vastos recursos naturales de un país con casi 10 millones de km². Se trata del CGIS (Canadian GIS), que contiene información relativa a tipos y usos del suelo, agricultura, espacios de recreo, silvicultura, vida silvestre, etcétera.

A partir de ese momento surgió en todo el mundo un interés por los SIG, iniciándose el desarrollo de sistemas de dominio público. En las décadas de los 80 y de los 90 del siglo pasado se produjo un fuerte aumento en el número de empresas que producían o comercializaban estos sistemas. Más tarde, con la generalización de los ordenadores personales, comenzó la difusión para el usuario particular.

Uno de los principales retos del futuro para los SIG es la inclusión del elemento tiempo en los datos geoespaciales, lo que posibilitaría analizar la evolución de los elementos representados.

Las nuevas tecnologías han hecho posible la creación y el desarrollo de diversas herramientas que permiten la visualización de la información espacial de una manera dinámica. Son los conocidos visualizadores geográficos, que pueden mostrar información geoespacial (cartografía, ortofotos, imágenes de satélite, etc.) conjuntamente con información no geoespacial, aunque vinculada con aquella, como pueden ser fotografías, textos, vídeos, gráficos, etcétera.

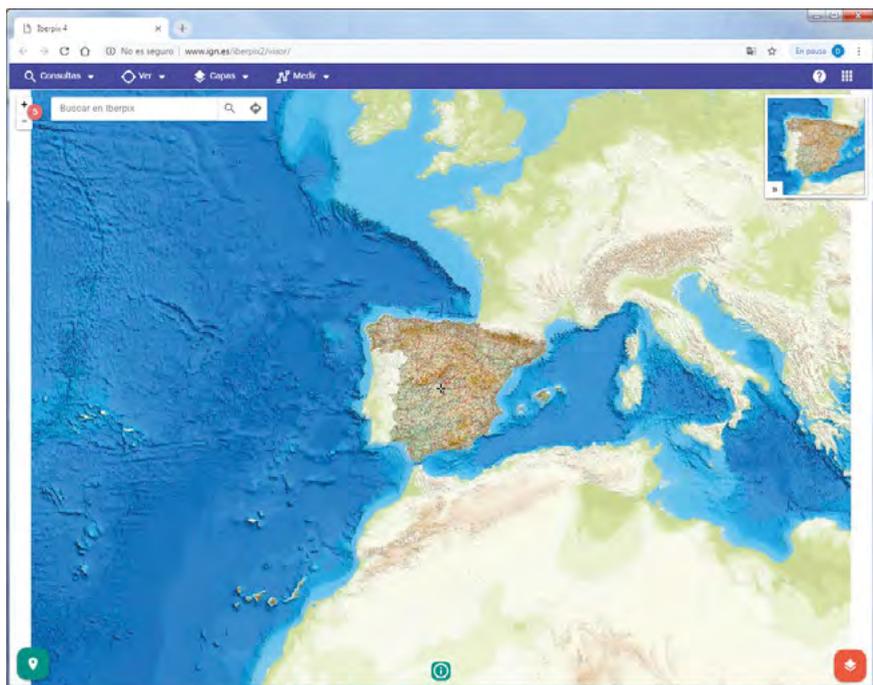
Estas herramientas pueden superponer capas de información, la información multimedia que se desee y, lo que es más importante, permiten la visualización en modo tridimensional y la simulación de vuelo en entornos virtuales.

Una particularidad de estas herramientas en la gestión de la información es la capacidad para generar capas calculadas (CC) y generar tintas hipsométricas, sombreados, pendientes de terreno, modelos digitales del terreno (MDT), zonas vistas y ocultas, etc. Cada una de estas CC permite al usuario variar los parámetros, si bien su explicación pormenorizada, es inherente a cada herramienta y debe consultarse en los correspondientes manuales.

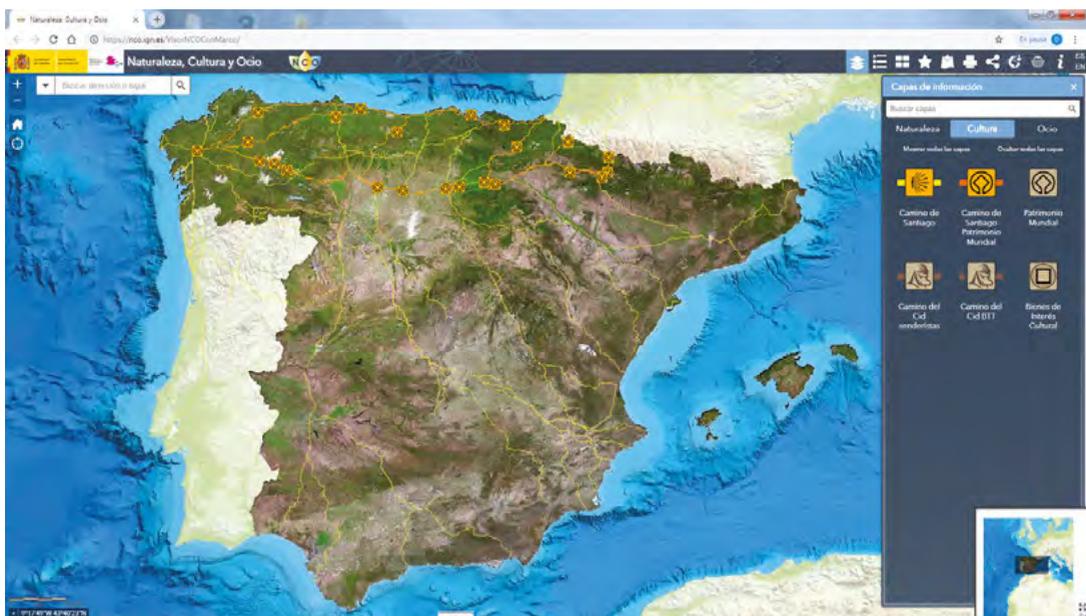
Otra consideración a tener en cuenta en este tipo de herramientas es la necesidad de utilizar diferentes series cartográficas en función del zoom (ampliación-acercamiento/reducción-alejamiento) que estemos utilizando. Por ello, el visualizador IBERPIX del Instituto Geográfico Nacional emplea desde el Mapa Topográfico Nacional 1: 25.000 (MTN25) hasta mapas a escala 1: 2.000.000 para representaciones a nivel nacional. Recordemos que la cantidad de información contenida en un mapa siempre es función de la escala, y que también, una figura geométrica o una línea, ampliada a base de zoom introducirán un efecto de pixelización no deseado.

La faceta más interesante en estos visualizadores geográficos, no es solamente la posibilidad de desplazamiento en cualquiera de los tres ejes X, Y o Z, sino la realización de simulaciones de vuelos, existiendo herramientas que incluyen la posibilidad de que el usuario aparentemente «pilote un avión».

Existen en el mercado numerosas aplicaciones que han revolucionado y popularizado el conocimiento del territorio, la geografía y la cartografía. Quizás las más conocidas sean Google Earth y Google Maps. Otros visualizadores de cartografía e imágenes que se pueden ver en la página web del IGN son: SIGNA; Naturaleza, Cultura y Ocio (NCO); Cartociudad; etcétera.



Pantalla de inicio del visualizador IBERPIX, servidor de imágenes y mapas del IGN



Pantalla de inicio del visualizador temático Naturaleza, Cultura y Ocio del IGN

En el mundo de la Sociedad de la Información la existencia de Internet, con su expansión y facilidad de acceso para el usuario, no puede permanecer ajena al mundo de la cartografía; en los últimos años, han aparecido aplicaciones cartográficas en entornos web como Google Maps, Bing Maps, OpenStreetMap, etc, que ofrecen a los usuarios gran cantidad de información geográfica (imágenes de satélite, fotografías aéreas, nomencladores, callejeros, búsquedas de rutas, etc.). Incluso en algunos casos los usuarios pueden crear aplicaciones sencillas.

Sin embargo el mapa en papel presenta algunas propiedades en contraste con el mapa en Internet:

- Fidelidad cartográfica. Definida como la claridad y la resolución de la imagen en papel, impresa con gran calidad del color. En los mapas por Internet (y también en los digitales) la fidelidad queda limitada por las especificaciones técnicas de la pantalla y del sistema de edición.
- Tamaño de la presentación. Los mapas impresos exceden, generalmente, del tamaño de la pantalla.
- Consumo de energía. Los mapas en papel no consumen energía una vez producidos.
- Portabilidad. Definida en función del tamaño, peso y potencia. Aunque cada día hay equipos más pequeños, éstas características van en detrimento de la fidelidad cartográfica y del tamaño de la presentación.
- Coste final para el usuario. Hipotéticamente los mapas por Internet son más baratos que los de papel pero el acceso a la información en Internet no es gratuito, pues hay que tener un ordenador, un software, un servicio de acceso a Internet, una impresora, consumibles físicos (papel, tintas...) y consumo de energía. Y todo eso puede llegar a costar más que el coste de producción de varios mapas en papel.

No obstante hay algunas características destacables en los mapas por Internet:

- Facilidad y rapidez en la actualización de la información.
- Rapidez en la identificación de determinados elementos gráficos.
- Posibilidad de acceso a datos adicionales o complementarios.

Imagen superior: <http://www.bing.com/maps>. Imagen central: <http://maps.google.es>
Imágenes inferiores: Google maps y street view (visor de la calle)

En los últimos años hemos asistido a una considerable actividad en el campo de los SIG (Sistemas de Información Geográfica), llegándose a considerar que actualmente el 90% de la información almacenada, en sistemas de todo tipo, es información georreferenciada o susceptible de serlo.

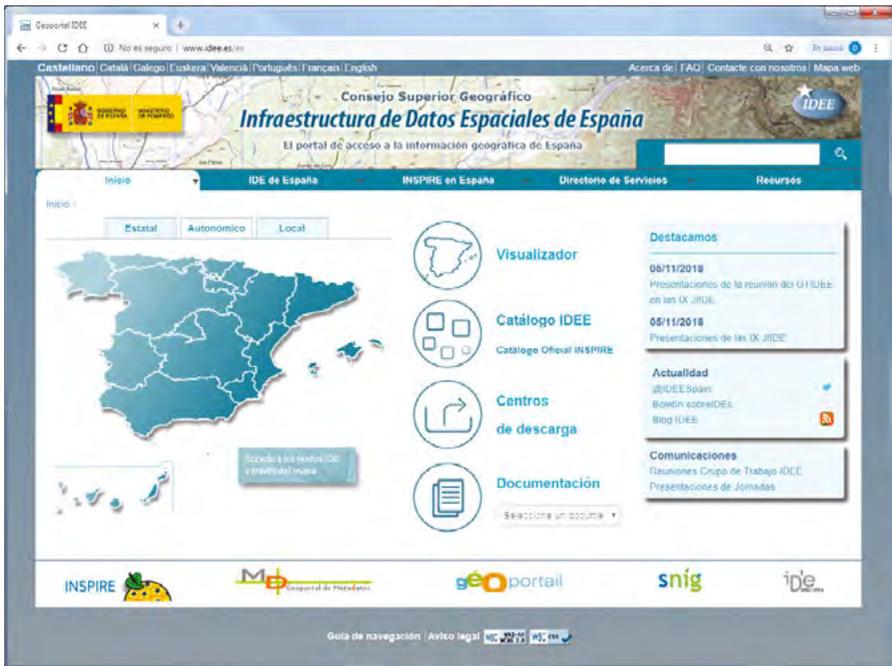
En realidad la información estaba fragmentada y dispersa por las redes, y a veces el usuario tenía dificultades para acceder a los productos de la información geográfica. De aquí que naciera una estrategia organizativa, patrocinada por el sector público, tendente a poner al servicio del usuario catálogos de datos espaciales documentados haciéndolos accesibles, incluso económicamente.

La definición de una IDE (Infraestructura de Datos Espaciales) es básicamente tecnológica. Una IDE es un conjunto de tecnologías, políticas, y acuerdos institucionales (incluyendo aquí las normas y regulaciones, y los recursos humanos necesarios) destinados a publicar y compartir datos geográficos en la red, de manera que sea posible superponer en cualquier dispositivo (ordenador, tableta o móvil) mapas de diferentes fuente e incluso, descargar los datos.

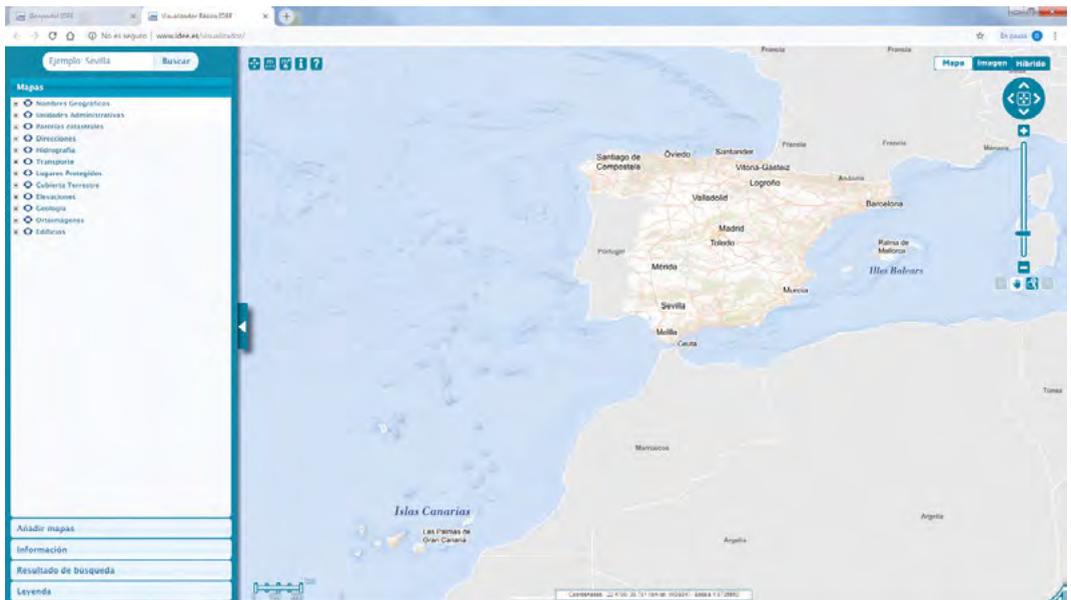
En España, se ha desarrollado la IDEE (Infraestructura de Datos Espaciales de España) desde la Comisión Especializada en IDE del Consejo Superior Geográfico. En noviembre de 2002 se creó un Grupo de Trabajo para la definición de la IDEE en el que participan representantes estatales, autonómicos, locales, expertos universitarios y empresas de desarrollo.

A nivel europeo existe la *Infrastructure for Spatial Information in Europe* (INSPIRE). Es una IDE orientada a la aplicación de las políticas comunitarias de medio ambiente. La IDEE actúa como nodo nacional, manteniendo un catálogo de datos y servicios web a nivel español y participa en los grupos de trabajo que realizan el desarrollo técnico europeo y los reglamentos europeos.

A nivel mundial existe una iniciativa de la ONU denominada Gestión de la Información Geográfica Global (UN-GGIM) en ese sentido; en el otro extremo, nada impide que una provincia, una comarca o un ayuntamiento puedan poner en marcha su propia IDE.



Geoportall IDEE



Visualizador Básico IDEE



Sección VIII
Otras cartografías

La Cartografía Colaborativa o Información Geográfica Voluntaria o Participativa (*Volunteered Geographic Information, VGI*) es una actividad por la que una comunidad de voluntarios se une con el objeto de capturar, actualizar y difundir información geográfica. Las actividades de crowdsourcing, colaboración abierta distribuida, son posibles gracias a las tecnologías web 2.0 que permiten la interacción de forma masiva con la Red.

El desarrollo del crowdsourcing también está unido al de las redes sociales, que facilitan la creación de comunidades que permitan identificar intereses de colectivos y, en consecuencia, proponer actuaciones y difundir iniciativas de su interés.

El fenómeno de VGI está basado en los siguientes 5 hechos fundamentales en los que se asienta la tecnología del inicio del milenio, materializados en la siguiente palabra SMOACT, ya que hace referencia a *Social* (Redes Sociales), *Mobility* (Movilidad, SmartPhones), *Analisis* (Big Data), *Cloud Computing* e *Internet of Things*.

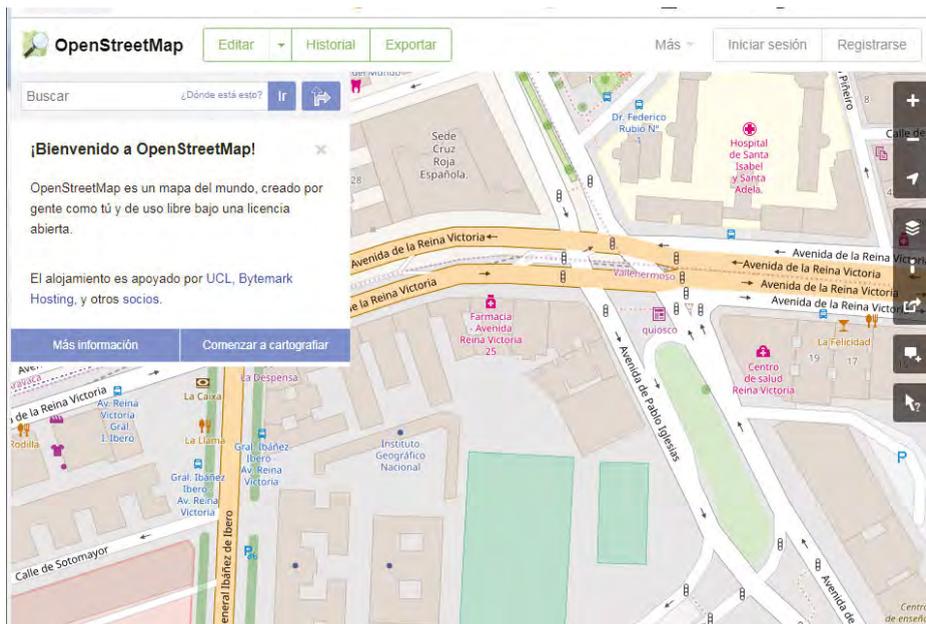
Estos factores permiten el acceso a la red de manera ubicua, en cualquier lugar y en cualquier momento, utilizando servicios proporcionados por la nube y, por otra parte, cualquier persona que posea un smartphone, conoce permanentemente su posición, puede compartirla y recibir información sobre la zona en la que se encuentra gracias a los servicios que proporciona la tecnología web 2.0.

Por estas razones el ser humano se convierte en un sensor, equipado con un conjunto de cinco sentidos y con la inteligencia para compilar e interpretar lo que siente, a la vez que tiene la libertad de moverse por la superficie del planeta (Goodchild, 2007).

Actualmente, OpenStreetMap (OSM) es la principal iniciativa de crowdsourcing en el mundo de la información geográfica. Nace en julio de 2004 y en el año 2006 se inicia el proceso para transformarse en fundación. Durante todo este tiempo el número de usuarios registrados ha ido creciendo hasta llegar actualmente a 5.026.783 (18/11/2018). Ese mismo día, el 18 de noviembre de 2018, se crearon, modificaron o borraron 2.180.614 nodos, cifras que reflejan la increíble actividad del proyecto OSM.



Mapping Party OSM en Baeza (Jaén) con la colaboración del IGN-CNIG. 2011



Hoy en día estamos acostumbrados a ver mapas a través de la pantalla de un ordenador o de un dispositivo móvil por medio de visualizadores, de modo que seleccionamos interactivamente la porción de mapa y las capas que nos interesa explorar, aunque provengan de ediciones y fuentes diferentes.

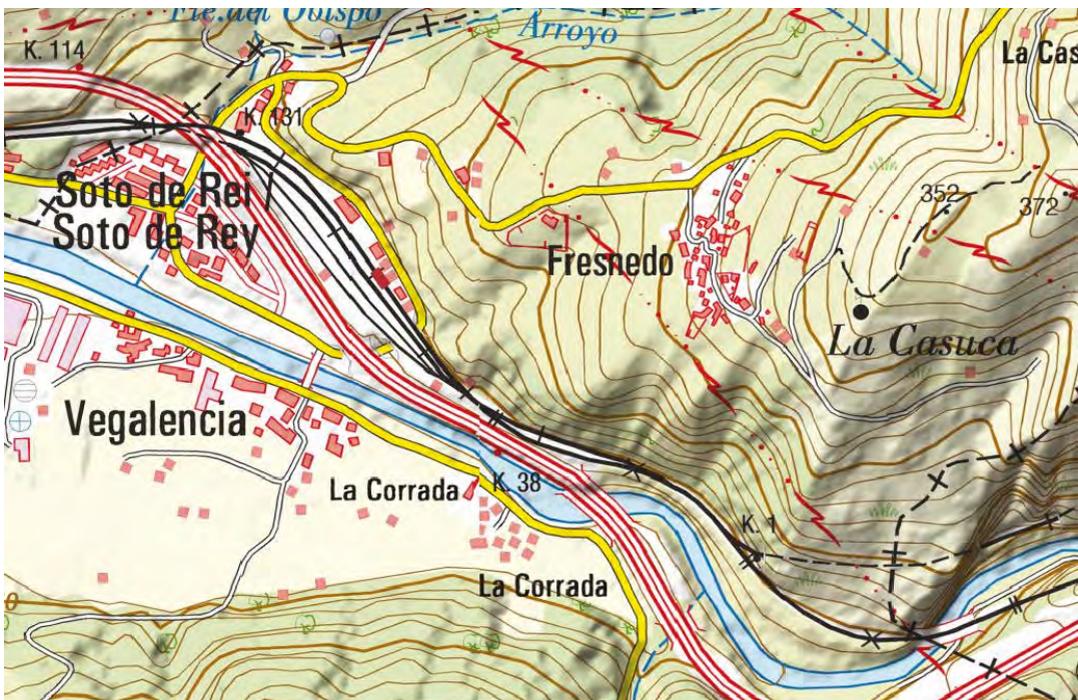
Actualmente, se han rediseñado los procesos productivos y se trabaja con una base de datos continua y homogénea, lo que permite que la división en hojas desaparezca a ojos del usuario.

Para llevar a cabo esta nueva forma de utilizar cartografía, aprovechando las posibilidades que ofrecen las nuevas tecnologías y conservando la esencia que tiene un mapa, el Instituto Geográfico Nacional desarrolla un nuevo proyecto de cartografía a demanda. Se trata de una aplicación donde el usuario puede configurar el mapa a su gusto y necesidades propias permitiendo la elección de la fracción de territorio que va a contener la hoja, la escala (dentro de unos rangos) e incluso la personalización del título y portada del mapa. También permite dibujar sobre la cartografía puntos, líneas y polígonos que pueden ser rotulados, o bien insertar otros datos geográficos propios como los que se pueden registrar en una ruta a pie por medio de un GPS, los obtenidos tras una consulta en el Catastro o el Centro de Descargas del CNIG u otro tipo de información descargada de internet en diferentes formatos.

Con todo ello se consigue que pasemos de ser usuarios o lectores de cartografía a creadores de nuevos mapas reutilizando los recursos del Mapa Topográfico Nacional, y disponiendo del producto digital en cuestión de segundos con la posibilidad de compartirlo entre nuestros contactos. También se da la opción de tener nuestro nuevo mapa en papel estándar o resistente al agua y con la calidad de impresión a la que estamos acostumbrados a ver en los mapas tradicionales. Para ello, la aplicación desarrollada da la opción de editarlos en el Instituto Geográfico Nacional procesando las peticiones particulares. De esta forma se generan mapas exclusivos, personalizados y bajo demanda del usuario a la calidad de siempre.



Case de dos hojas de la primera edición de la serie MTN25



Misma zona en el nuevo MTN25 en el que no hay problemas de case y que permite la cartografía a demanda

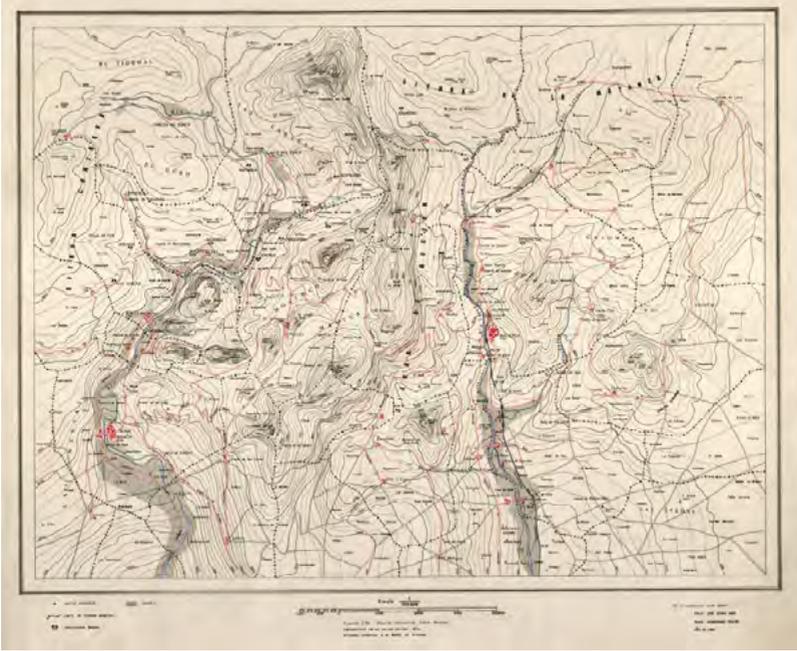
El cartógrafo norteamericano, nacido en Hungría Erwin Raisz (1893-1968), profesor de la Universidad de Harvard, señala que un cartógrafo debe tener un 50% de geógrafo, un 30% de artista, un 10% de matemático y un 10% de *todo lo demás*. En ese todo lo demás, debemos incluir tanto su particular visión del planeta Tierra como su imaginación.

Numerosos novelistas y escritores de ficción han creado para sus obras mapas irreales de territorios inexistentes. Así el británico de origen sudafricano J. R. R. Tolkien (1892-1973), catedrático de la Universidad de Oxford, nos ha dejado en la primera edición de *El señor de los anillos* (1954) un mapa de un continente imaginario «Tierra media».

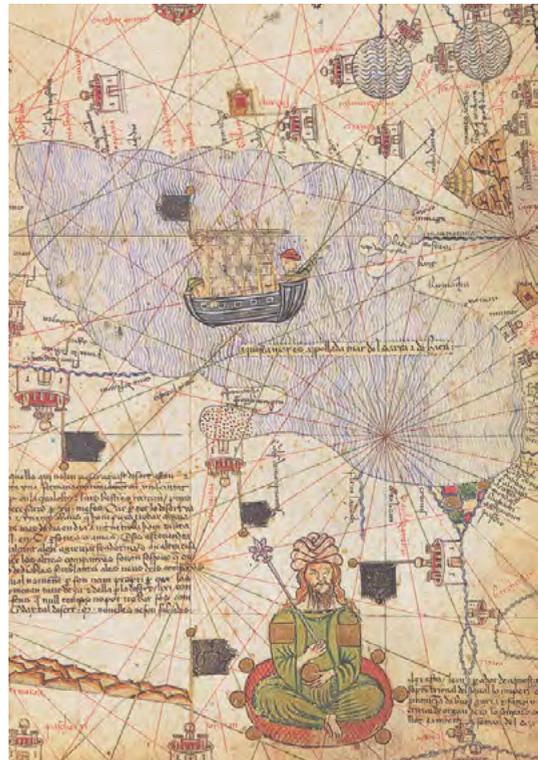
El estadounidense William Faulkner (1897-1962) en *Absalom, Absalom* (1936) incluyó el mapa de «Yoknapatawpha» imaginario territorio donde transcurre su novela sobre la cultura de las plantaciones y esclavitud de los estados del sur. Y el ingeniero y novelista español Juan Benet (1927-1993) crea el mapa en escala 1:150.000 de «Región», realizado con la precisión de un ingeniero y con la «filosofía» del mapa topográfico español donde se desarrolla su obra y que podemos ver en *Herrumbrosas lanzas* (1983).

Pero no hace falta ubicarse en el s. XXI para hablar de mapas fantásticos. Desde tiempos del medievo, los cartógrafos, ante la falta de conocimiento del territorio que representaban por detrás de las líneas de costa, debieron, «inventar lo desconocido» y plasmar todo tipo de imágenes y figuras para rellenar dichos espacios, como por ejemplo caravanas de mercaderes (Atlas Catalán, de Abraham Cresques, 1375), escudos y banderas (Mapa Mundi, de Juan de la Cosa, 1500), barcos y animales marinos más o menos irreales (Olaus Magnus, Ortelius, Blaeu en los siglos XVI y XVII).

Otros mitos como la *Atlántida*, el *País de Jauja* o *La isla de San Borondón* también nos han dejado huella de su existencia en mapas imaginarios.



Mapa de Región de Juan Benet. Escala 1:150.000



Fragmentos del Atlas Catalán de Abraham Cresques (siglo XIV)

Mi agradecimiento a todos los compañeros del IGN y en especial a
Margarita Azcárate Luxán, Alfredo del Campo García,
Laura Carrasco Pérez, Javier García García, Diego Gómez Sánchez,
Francisco Javier González Matesanz, Eduardo Martín Agúndez,
Francisco Papí Montanel, Montserrat Pérez Botet,
Adolfo Pérez Heras, Noelia Pérez Mayoral, Antonio Rodríguez Pascual,
Pilar Sánchez-Ortiz Rodríguez, Celia Sevilla Sánchez,
Marcelino Valdés Pérez de Vargas y Guillermo Villa Alcázar
sin cuyo cariño y esfuerzo esta edición no hubiera podido realizarse.

FERNANDO ARANAZ DEL RÍO

Editadas y agotadas las cinco primeras ediciones de esta obra, nacida en 1990, parecía adecuado abordar la sexta edición.

Esta obra, dirigida a un público no especializado, básicamente joven, que pudiéramos situar en el entorno de los 12 a los 17 años (etapa final de la Educación Primaria, la Educación Secundaria Obligatoria, el Bachillerato y la Formación Profesional), no excluye por supuesto a nadie por razón de edad o interés de conocimientos específicos, ya que siempre se ha tratado de utilizar un lenguaje sencillo y unas explicaciones exentas de altos conocimientos científicos o técnicos.

Normalmente, en esas edades jóvenes, siempre hay preguntas y cuestiones que se desearía conocer, siempre hay un más allá cuya frontera se desearía traspasar, para tratar de adquirir nuevos conocimientos y saberes.

Siguiendo la misma filosofía de las anteriores ediciones, texto a la izquierda e ilustración gráfica a la derecha, los 30 temas iniciales pasaron a 48 en la tercera edición; a 52 en la cuarta edición; a 69 en la quinta edición y a 83 en esta sexta edición que ahora abordamos.

A lo largo de estos veintiocho años la ciencia cartográfica ha avanzado notablemente. La cartografía por medios digitales es ya una realidad que comparte espacio con la tradicional cartografía impresa. Esta realidad está descrita en esta edición que ahora ve la luz.

Esperamos haber resuelto algunas de las cuestiones que los jóvenes iban planteando, aunque siempre irán apareciendo otras nuevas que trataremos de ir resolviendo en futuras ediciones.

Fernando Aranaz del Río

